

Editorial

Medizinische Informatik in der Neurochirurgie

Ein wesentliches Ziel neurochirurgischer Forschung ist es, operative Eingriffe für den Patienten schonender und sicherer zu machen. Monitoring und minimale invasive Techniken sind zu bekannten Begriffen geworden. Mit diesen Methoden wird der Aufwand vor, während und nach dem operativen Eingriff immer größer, der eigentliche operative Ablauf hingegen immer begrenzter. Beispielhaft seien die Einführung bestimmter Operationstechniken, wie Ultraschallaspiration, Lasertechniken, intraoperative Dopplersonographie, das intraoperative Monitoring, die Endoskopie, die rechnerunterstützte Operationsplanung und das intensivmedizinische Monitoring genannt.

Einen festen Bestandteil dieser Entwicklung bildet der Einsatz von Computern in der Neurochirurgie. Die Anwendung von Methoden und Systemen der Medizinischen Informatik finden wir vor allem in der Diagnostik, bei der Planung der Operation, der Lokalisation, der Dokumentation und Datenverarbeitung, der Berichterstellung und dem Monitoring aller Art. Die Deutsche Gesellschaft für Neurochirurgie hat dieser Entwicklung schon frühzeitig durch Einrichtung einer Kommission Dokumentation und EDV Rechnung getragen. Darüber hinaus besteht eine Arbeitsgruppe mit jährlich stattfindenden Arbeitstagen. Diese fanden bisher in Homburg, Düsseldorf, Wien, Berlin und Heidelberg statt. Als Themenbereiche wurden Mikrocomputer, die Bildverarbeitung, Computer im OP, Informationssysteme und Wissensverarbeitung in der Neurochirurgie vorgestellt und diskutiert. In Heidelberg wurde zum erstenmal eine gemeinsame Veranstaltung mit der Deutschen Gesellschaft für Medizinische Informatik, Biometrie und Epidemiologie durchgeführt.

Forschung lebt von der Veränderung, vom Kontakt und dem offenen Austausch mit anderen Disziplinen. Deshalb ist die interdisziplinäre Öffnung ausdrücklich zu begrüßen. Ihren organisatorischen Rahmen fand diese interdisziplinäre Zusammenarbeit, deren Fortführung und Intensivierung unerlässlich ist, in der Gründung eines gemeinsam von der Deutschen Gesellschaft für Neurochirurgie und der Deutschen Gesellschaft für Medizinische Informatik, Biometrie und Epidemiologie getragenen Arbeitskreises „Informationsverarbeitung in der Neurochirurgie“.

Bei den in diesem Heft enthaltenen Beiträgen handelt es sich um einen ersten Teil ausgewählter Arbeiten, die auf der 5. Arbeitstagung der Sektion EDV der Kommission Dokumentation und EDV der Deutschen Gesellschaft für Neurochirurgie in Zusammenarbeit mit der Deutschen Gesellschaft für Medizinische Informatik, Biometrie und Epidemiologie am 2. und 3. Oktober 1992 in Heidelberg durchgeführt wurde. Lokaler Ausrichter der Tagung war die Neurochirurgische Universitätsklinik in Zusammenarbeit mit dem Institut für Medizinische Biometrie und Informatik der Universität Heidelberg. Die Beiträge sollen — auch dem nicht operativ Tätigen — Einblicke in laufende Projekte in der Neurochirurgie geben und Interesse für neurochirurgische Fragestellungen wecken. Eine weitere Auswahl wird später in dieser

Zeitschrift erscheinen. Leider erlaubte das Heftformat nicht, alle Beiträge in einem Band zu veröffentlichen.

Für die langwierige, aber hilfreiche Einführung von Methoden und Systemen der Medizinischen Informatik in den operativen Alltag wird noch viel Entwicklungsarbeit zu leisten sein. Die Herausforderung, der wir uns zu stellen haben, liegt darin, bekannte Methoden und Modelle für operative Belange anzupassen und im operativen Alltag sicher zu machen.

Prof. Dr. W. I. Steudel

Vorsitzender der Kommission Dokumentation und EDV der Deutschen Gesellschaft für Neurochirurgie

Prof. Dr. G. Hildebrandt

Leiter des Arbeitskreises Informationsverarbeitung in der Neurochirurgie der Deutschen Gesellschaft für Neurochirurgie und der Deutschen Gesellschaft für Medizinische Informatik, Biometrie und Epidemiologie

Prof. Dr. S. Kunze, Dr. J. Hampl

Neurochirurgische Klinik der Universität Heidelberg

Prof. Dr. R. Haux

Institut für Medizinische Biometrie und Informatik der Universität Heilberg

Computer-aided Classification of the Malignancy of Astrocytomas with the Classifier TESTAST268 for the Choice of Therapy and as a Standardized Basis for Comparison of Results from Multi-Center Studies¹⁾

Computergestützte Malignitätsklassifikation von Astrozytomen mit dem Heidelberger Klassifikator TESTAST268 für die Therapiewahl und als standardisierte Vergleichsbasis für Multicenter-Studien¹⁾

H. P. Schmitt

Short title:

Computer-aided malignancy classification

Kurztitel:

Computergestützte Malignitätsklassifikation

Summary

TESTAST268 is a numerical classifier for the assessment of the malignancy in astrocytomas. TESTAST aids their identification with four malignancy classes similar to Kernohan, by means of eight (five histological and three clinical) variables. The classifier is based on 268 reference cases and aids the identification of new objects by means of linear discriminant functions. There are two versions of TESTAST268: BAYTEST provides an identification by using Bayes' decision rule with the squared Mahalanobis distance, while CANTEST is a canonical discriminant analysis. Both programs can be implemented on PC for practical application. TESTAST is a convenient reference system to achieve a standardized, reproducible and transparent grading of astrocytomas, e.g. for multicenter therapy studies.

¹⁾ Supported by the Deutsche Krebshilfe e.V. Dr.-Mildred-Scheel-Stiftung, Bonn, Projekt-Nr. 70 255

Key words:*astrocytomas, malignancy, numerical classification***Schlüsselwörter:***Astrocytome, Malignanität, numerische Klassifikation***Zusammenfassung**

Aus einem Referenzkollektiv von 268 empirisch (subjektiv) nach den Kernohan-Richtlinien in vier Malignitätskategorien vorklassifizierten Astrozytomen wurde ein numerischer Klassifikator, TESTAST268, zur computergestützten Abschätzung ihrer malignen Expression entwickelt. Die mit TESTAST268 erzielten Ergebnisse entsprechen in ihrer prognostischen Wertigkeit dem Grading von Kernohan. TESTAST268 gestattet die Identifikation von neuen Tumoren anhand von acht leicht zu erhebenden Merkmalen mittels zweier Diskriminanzverfahren, nach der Bayesschen Regel (BAYTEST) und mittels canonischer Analyse (CANTEST). Die Ergebnisse sind untersucherinvariant, vorausgesetzt, daß man bezüglich der Merkmalsausprägungen übereinstimmt. Die Resultate werden auf dem Erfassungsbogen, zusammen mit den Klassifikationsergebnissen, dokumentiert, so daß beide jeder Zeit auch späteren Nachprüfungen zugänglich sind. Das Verfahren ist somit standardisiert, reproduzierbar und transparent. Die Resultate sind vergleichbar, was für multizentrische Therapiestudien von großer Bedeutung ist.

Introduction

Classification of the malignancy in brain tumors (grading) has become an inevitable prerequisite for the choice of treatment and the assessment of the patient's prognosis.

Table 1: "Mayo Clinic Grading¹⁾"

Features	Grade I	Grade II
Cells	all cells normal astrocytes	major proportion of cells normal astrocytes
Pleomorphism	none	slight to moderate in a minor proportion of cells
Cellularity	not always increased	as in Grade 1
Mitoses	none	none
Vascularity	as in normal brain. Slight proliferation of the vessel walls in 3%	as in Grade 1. Slight proliferation of the vessel walls more frequent than in Grade 1
Necroses	none	none
Infiltration Zone	broad	broad

¹⁾ according to Ringertz (6)

In addition, grading became the basis on which the results of multicenter therapy studies, as a rule, can be compared.

Different empirical grading systems were inaugurated in the past (4–6). ZÜLCH (11) completed the four-level grading of KERNOHAN et al. (4, 5) (Table 1) by assigning mean survival times to the malignancy classes. Finally, the WHO classification (12) fused the type classification of BAILEY & CUSHING (1) with the four-level grading of KERNOHAN et al. (4–6).

The major disadvantages of the subjective malignancy estimation are the “inter-” and “intra-observer’s variability”. Both result in poor reproducibility of the malignancy assessment, and a lack of comparability of the grading results. This calls for the introduction of mathematically reproducible, i.e. numerical systems for the malignancy classification of brain tumors.

Materials and Methods

334 astrocytomas, including mixed gliomas and glioblastomas (astrocytomas grade 4) from the files of the Department of Neuropathology of the University of Heidelberg (years 1973–1987) were included in this study. In 281 cases, a postoperative follow-up of at least five years (in the censored cases) was later obtained. All cases were re-graded subjectively according to the rules of KERNOHAN et al. (4, 5), without knowing about the former grading results. 68 tumors were assessed grade 1, 73 grade 2, 69 grade 3, and 124 grade 4.

Results

First, 93 astrocytomas were evaluated for 23 nuclear parameters, by means of automated black-and-white image analysis in order to check the value of automatically evaluated

Grade III	Grade IV
50–70% normal astrocytes	few normal astrocytes
moderate in 25%. Occasional polymorphonucleated giant cells	marked anaplastic transformation with bizarre cellforms and abundant polymorphonucleated and multinucleated giant cells
1 1/2 times that of normal brain	3 times that of normal brain
averaging one in every other high-power field	frequent. 4–5 in every high-power field
increased. Proliferation of vessel walls frequent and pronounced	high. Marked proliferations of the vessel walls in almost every instance
occur	frequent and extensive
narrowing	narrow

nuclear features for numerical classification (for details see 7). Reclassification tests were performed by means of a so-called Bayes minimum-Mahalanobis-distance classifier. With the best model only 70 (75%) of the cases were reclassified. Inclusion of the patient's age improved the result to 81% (for details see 7).

Next, 15 histologic variables were semiquantitatively evaluated from 128 astrocytomas (32 in each malignancy class) by light microscopy (for details see 8). Five variables (mitoses, necroses, Rosenthal fibers, vascular density, vascular proliferations) were selected as the best model providing a result of 91% ($n = 116$) reclassified tumours.

This result could not be improved by any other feature model, including combinations of histologic and nuclear parameters. The patient's age had a slight impact on the posterior probabilities (8). After changing of the 12 cases labelled as misclassified, further astrocytomas were reassessed with the same feature model and the calibration of the sample of the 128 tumors (8), in order to increase the size of the reference sample for a classifier to 200 cases, 50 in each malignancy class.

This reference sample was subjected to a canonical analysis to visualize the result (Fig. 1) and obtain canonical variables as discriminant functions (Table 2) for the identification of further objects, alternatively to the Bayes method (8). In Fig. 1 the four malignancy groups appear well separated from each other. The standardized canonical coefficients (Table 2) show that CAN1 is dominated by the mitoses and necroses, while in CAN2 the Rosenthal fibers have the highest, determining coefficient.

In order to improve TESTAST further, the reference sample was extended to 268 tumors. In addition, two location variables LOC1 and LOC2 were included which distinguish between "superior" (hemispheric) and "inferior" (basal and infratentorial) tumor location, with or without brainstem involvement. The latter is important for the patient's prognosis.

The reference set of TESTAST268 also became visualized in a canonical plot (Fig. 2, Table 3). Three satellite groups emerged from the main groups 1, 3, and 4. 3A and 4A include the malignant tumors with "inferior" location.

The discriminant functions CAN1 and CAN2 were included in a program named CANTEST which can be implemented on PC to aid the identification of new objects. The canonical plot of TESTAST268 serves as a reference plot where CAN1 and CAN2 can be inserted for new tumors to achieve a visual classification result. Alternatively, or for control, the Bayes classifier (BAYTEST) can be used. This program provides posterior probabilities (p) for each of the four malignancy classes, an object being assigned to the class with the highest p .

Table 2: Results of the canonical Analysis with TESTAST200 Standardized canonical coefficients

VARIABLES	CAN1	CAN2	CAN3
Age	0.1455	-0.4928	0.1873
Mitoses	1.7357	0.5206	1.1788
Rosenthal fibers	-0.9358	2.1426	0.1371
Necroses	1.8746	0.8029	-1.5615
Vascular density	0.3283	0.4845	0.8080
Vascular proliferations	0.0476	0.4162	-0.1440
Canonical coefficients	Eigen-values	Proportion	cumulative
CAN1 0.9705	16.2084	0.7355	0.7355
CAN2 0.9167	5.2635	0.2388	0.9743
CAN3 0.6009	0.5654	0.0257	1.0000

Table 3: Results of the canonical analysis with TESTAST268 Standardized canonical coefficients

VARIABLES	CAN1	CAN2	CAN3
Age	0.1538	0.1648	-0.5749
Mitoses	1.1496	0.9814	-1.1605
Rosenthal fibers	-1.4089	1.1618	0.2078
Necroses	1.6100	1.4125	-1.3164
Vascular density	-0.0254	0.0215	-0.2883
Vascular proliferations	0.1127	0.4968	0.0262
Lokalisation 1	1.3088	-1.8147	0.8043
Lokalisation 2	0.9466	-0.5117	-0.1292
Canonical coefficients	Eigen-values	Proportion	cumulative
CAN1 0.9744	18.7952	0.7199	0.7199
CAN2 0.9343	6.8684	0.2631	0.9830
CAN3 0.5544	0.4437	0.0170	1.0000

Comments

Grading results obtained by classification with TESTAST268 (i.e. BAYTEST and CANTEST) are reproducible. Inter- and intra-observer's variabilities are ruled out by the mathematical processing. If different observers agree upon the feature values obtained

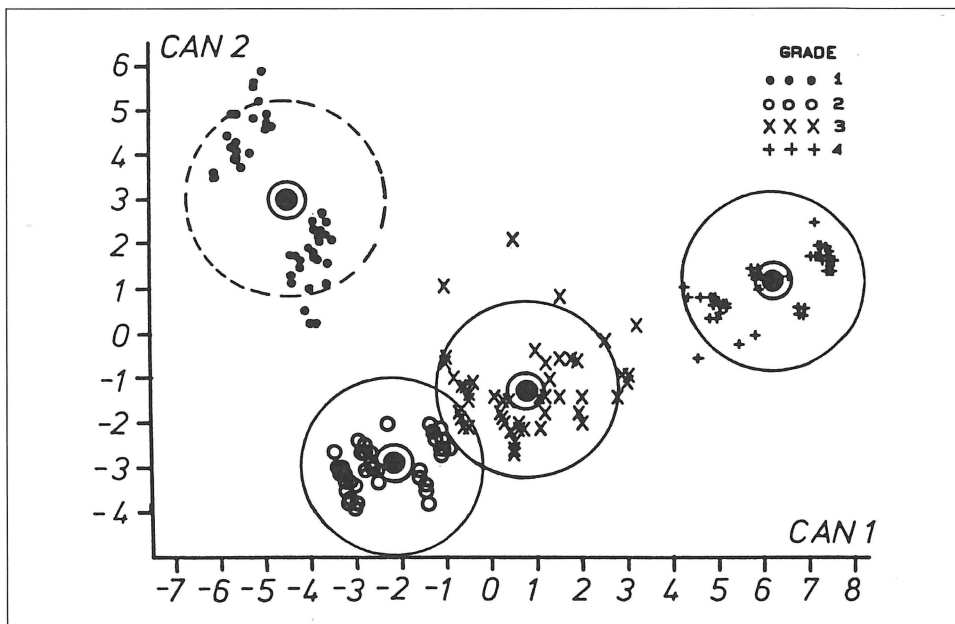


Figure 1: TESTAST200: Canonical plot of 200 astrocytomas grade 1–4 (50 each class) represented by six features (see also Table 2). The large circles represent rough estimations of the 90% confidence intervals, the large black points indicate the group means with their errors (small circles).

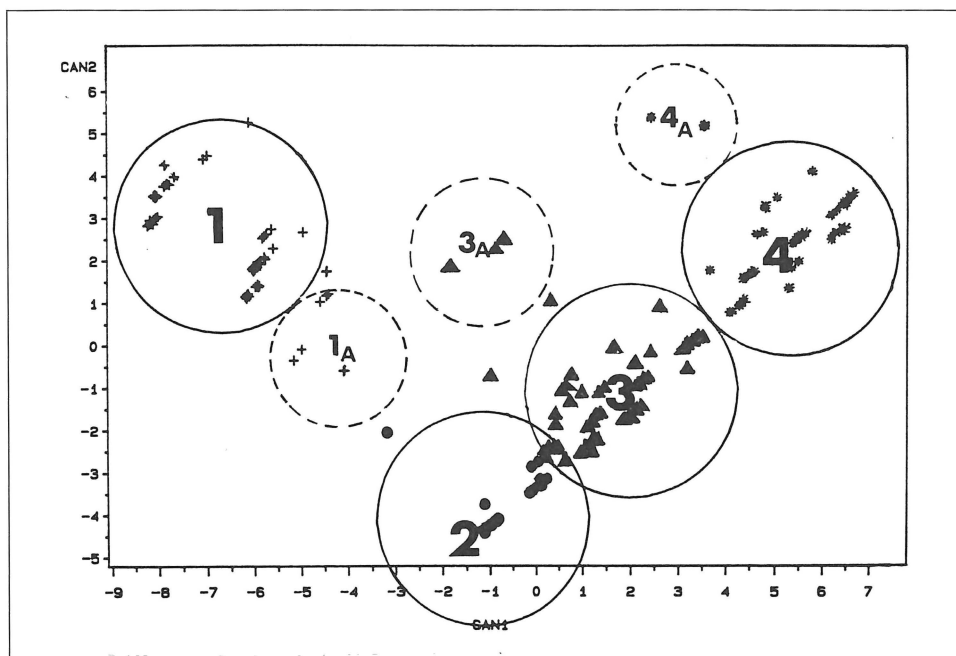


Figure 2: TESTAST268: Canonical plot of 268 astrocytomas grade 1–4 (67 each class) represented by eight features, five histologic and three non-histologic ones (see also Table 3). Due to the inclusion of two localization variables (LOC1, LOC2) in the variable set three satellite groups emerged from the major malignancy classes.

according to a standardized check list, the classification results must always be identical. Whenever two examiners may yield different grading results in the same case, this can only be due to differences in the estimation of the feature values. However, an agreement can always be achieved by re-evaluating the features together. With the aid of the standardized check list one can always find out by which feature value they differed from each other. Thus, the basis for the grading results can always be rendered *transparent*.

Both, the check list with the feature values and the visualized classification results can be filed with the patient's clinical records. From these records the grading results can be reconsidered by later examiners any time. TESTAST268 could be a convenient *reproducible* and *transparent* computer-aided reference system for multicenter therapy studies, as well as for the computer documentation of grading results in tumor reference centers.

Validity of classifications with TESTAST268

A true validation of TESTAST with respect to its prognostic value could only be obtained by means of a new prospective study, including tumors the malignant expression of which was estimated with TESTAST268. However, this would mean another five to ten years of sampling and following-up. What we could do at the moment was to examine the reference cases, including a few additional observations which had been classified

with TESTAST, for their correlation with the survival times. Since the classifier had been raised without regarding the latter, the grouping of objects into the malignancy classes of the reference set could not have become biased by the survival times. The follow-up in these cases closely matches the situation of follow-up studies in series of subjectively graded tumors (e.g. 10).

The means (medians) of the postoperative survival times in our material differ from those provided by ZÜLCH (11) only with respect to grade 3, in that we cannot find a significant prognostic difference between grade 3 and grade 4. This is in accordance with the results of RINGERTZ (6), WALKER et al. (10), and others who also could not find this difference. As a result of our studies, the lack of a prognostic difference was not due to the inclusion in grade 3 of cases with slight necroses.

Efforts should be continued to improve TESTAST268 further, to create similar numerical classifiers for other brain tumor types, and perhaps (on the basis of good data sets) to create systems which were only based on clinical features, for use *before* operation and histologic examination.

References

- [1] BAILEY, P., CUSHING, H.: A classification of the tumors of the glioma group on a histogenetic basis with a correlated study of prognosis. Philadelphia: Lippincott 1926
- [2] DUDA, R. O., HART, P. E.: Pattern classification and scene analysis. New York London: John Wiley & Sons 1973
- [3] GITTINS, R.: Canonical analysis. A review with applications in ecology. Berlin, Heidelberg, New York: Springer (1985)
- [4] KERNOHAN, J. W., MABON, R. F., SVIEN, H. J., ADSON, A. W.: A simplified classification of the gliomas. Proc Staff Meet Mayo Clin **24**, 71–75 (1949)
- [5] KERNOHAN, J. W., SAYRE, G. P.: Tumors of the central nervous system. 1st Series Sect X Washington: Armed Forces Institute of Pathology 1952
- [6] RINGERTZ, N.: Grading of gliomas. Acta path microbiol Scand **27**, 51–62 (1950)
- [7] SCHMITT, H. P., OBERWITTLER, CH., SCHAD, R. L.: Computer-aided classification of malignancy in astrocytomas. I. The value of nuclear parameters obtained by black and white image analysis. Analyt Cellular Pathol **4**, 397–407 (1992)
- [8] SCHMITT, H. P., OBERWITTLER, CH.: Computer-aided classification of malignancy in astrocytomas. II. The value of categorically evaluated histologic and non-histologic features for a numerical classifier. Analyt Cellular Pathol **4**, 409–419 (1992)
- [9] SEAL, H. L.: Multivariate statistical analysis for biologists. London: Methuen & Co LTD. 1964
- [10] WALKER, M. D., GREEN, S. B., BYAR, D. P., EBEN, A. jr., BATZDORF, K., BROOKS, W. H., HUNT, W. E., MACCARTY, C. S., MAHALEY, M. S. jr., MALEY, J. jr., OWENS, G., RANSOHOFF, I. I. J., ROBERTSON, J. T., SHAPIRO, W. R., SMITH, K. R. jr., WILSON, C. B., STRIKE, T. A.: Randomized comparisons of radiotherapy and nitrosureas for the treatment of malignant glioma after surgery. New Engl J Med **303**, 1323–1329 (1980)
- [11] ZÜLCH, K. J.: Atlas of the histology of brain tumours. Berlin Heidelberg New York: Springer 1971
- [12] ZÜLCH, K. J. (Ed.): Histological typing of tumours of the central nervous system. In: International Histological Classification of Tumours No 21, Geneva: World Health Organization (WHO) 1979

Address of Author: Horst P. Schmitt, Institute of Neuropathology, University of Heidelberg, Im Neuenheimer Feld 220–221, 6900 Heidelberg 1, F.R.G.

Wissensbasierte funktionelle Neurochirurgie

Knowledge based functional neurosurgery

H.-G. Lipinski, A. Struppler

Kurztitel:

Wissensbasierte funktionelle Neurochirurgie

Short title:

Knowledge based functional neurosurgery

Keywords:

computerized thalamotomy, tremor, dystonia, stereotaxic atlas, knowledge base

Schlüsselwörter:

computerunterstützte Thalamotomie, Tremor Dystonie, stereotaktischer Atlas, Wissensbasis

Zusammenfassung

Ein rechnergestütztes wissensbasiertes System zur Unterstützung funktionell-neurochirurgischer Eingriffe wurde implementiert. Wissen und Regeln wurden ermittelt und aufgestellt, um stereotaktische Zielkoordinaten für die Behandlung zentral-motorischer Störungen (pathologischer Tremor, schwere Dystonie) innerhalb des thalamisch-subthalamischen Gebietes (in dem zur Behebung der motorischen Störung neuronales Gewebe durch Thermokoagulation zerstört wird) festzulegen. Eine lineare Koordinatentransformation erlaubte die Übertragung von Orten im Thalamusgebiet des Patienten auf den Atlas von Schaltenbrand und Wahren (Referenzgehirn). Die Güte dieser Transformation wurde durch Vergleich der Lage des elektrophysiologisch registrierten N. Reticularis thalami des Patienten zum Referenzatlas getestet. Die Transformation wurde dann dazu verwendet, die Zielkoordinaten von 40 erfolgreich operierten Patienten auf den Referenzatlas zu übertragen. Diese befanden sich in einem eng umschriebenen Areal im Bereich der Radiatio praelemniscalis und der Zona incerta. Die entsprechenden Koordinaten des Zielgebietes im Referenzatlas konnten nun durch einfache inverse Transformation auf jedes Patienten-gehirn übertragen werden. Das für das individuelle Patientengehirn mit dieser Methode berechnete Zielgebiet wurde durch Hinzuziehung weiterer Informationen (elektrophysiologische Stimulationen, Wärmeverteilung während der Koagulation) computergestützt kontrolliert.

Abstract

A computerized knowledge based system to assist functional neurosurgery was implemented. Knowledge and rules were collected and developed to define stereotaxic target coordinates for movement disorders (tremor, dystonia) within the thalamic-subthalamic area (at which neural tissue has to be damaged by thermo-coagulation to arrest tremor or dystonia). A linear coordinate transformation allowed to transfer sites of the thalamic area of a patient to the atlas of Schaltenbrand and Wahren (used as a reference brain). The efficacy of this method was tested by comparing electrophysiologically explored thalamus borders of the patient and the corresponding atlas thalamus outlines. Using this transformation mode the target coordinates of 40 successfully operated patients were also compared to the reference atlas. The target area was located close to the Radiatio praelemniscalis and the Zona incerta. The corresponding coordinates could simply transferred to any patient's brain by using the inverse linear transformation. Control of the calculated target area within the patient's brain was done by processing several data (electrophysiological stimulations, thermal distribution during coagulation).

Einleitung

Obwohl der pharmakologischen Therapie zentralmotorischer Störungen in den vergangenen Jahren weitere Fortschritte gelangen, sind die Therapieerfolge bei bestimmten pathologischen Tremorformen und schweren Dystonien weiterhin oft unzureichend. Eine stereotaktisch im ventrolateralen Thalamusbereich durch Thermokoagulation gezielt gesetzte Läsion ist häufig die einzig wirksame Hilfe für die betroffenen Patienten. Dazu wird nach Trepanation eine an einem Rahmensystem beweglich montierte Elektrode zu einem im thalamischen Gebiet gelegenen Zielpunkt stereotaktisch geführt. Dabei werden fortlaufend spontane Neuronensignale (Noise) aufgezeichnet und intrathalamisch elektrophysiologische Stimulationen durchgeführt, welche beim Patienten zu charakteristischen senso-motorischen Reaktionen führen. Dadurch kann überprüft werden, ob Elektrodentrajekt und Zielpunkt richtig gewählt wurden. Aufgrund der Bewertung der Noiseregistrierungen und der Stimulationsergebnisse wird der Zielpunkt jetzt endgültig festgelegt und hier durch eine thermoelektrische Koagulation eine Läsion gesetzt. Durch die Koagulation werden bestimmte Nervenbahnen unterbrochen, wodurch der Tremor beendet bzw. die Dystonie behoben wird. Der therapeutische Nutzen dieses Eingriffs ist unumstritten, seine physiologischen Grundlagen jedoch noch nicht geklärt.

Um den Zielpunkt zu ermitteln, sind umfangreiche Berechnungen notwendig. Daher werden bereits seit geraumer Zeit Computer in der funktionellen Stereotaxie eingesetzt. Mit der Weiterentwicklung insbesondere bildgebender Verfahren in der Medizin wurden die Methoden der stereotaktischen Zielpunktberechnung fortlaufend verfeinert, um den Zielpunkt mit vertretbarem Zeitaufwand präzise zu finden und damit die Größe der stereotaktisch zu setzenden Läsion zur Vermeidung von Nebeneffekten gering zu halten. Im folgenden wird ein Verfahren vorgestellt, das mit relativ geringem rechentechnischen Aufwand eine sichere Zielpunktbestimmung für funktionell-stereotaktische Eingriffe zur Behandlung von schweren Dystonien und pathologischen Tremorformen erlaubt.

Methoden und Ergebnisse

Um den stereotaktischen Eingriff rechnergestützt durchführen zu können, wurde eine Wissensbasis erstellt, die Daten und Regeln für die Bestimmung des Zielpunktes und die Festlegung des Koagulationsortes umfaßte. Die unterschiedliche Lage von Ziel-

punkten in den verschiedenen Patientengehirnen wurde als geometrische Verzerrung individueller Gehirne gegenüber einem Referenzhirn interpretiert. Demnach müßte nach einer geeigneten Skalierung individueller Koordinaten eine Übertragung auf ein Referenzgehirn möglich sein, so daß die Lage von Zielpunkten in Bezug zum Referenzgehirn bestimmt werden kann. Um dieses zu überprüfen, wurden 28 erfolgreich durchgeführte stereotaktische Operationen zur Behandlung des Parkinsontremors und anderer Tremorformen und weitere 12 erfolgreich durchgeführte Eingriffe zur Behandlung schwerer Dystonien analysiert.

Bei jedem der insgesamt 40 Patienten war die Lage des Koagulationsortes in Bezug zum $c_a - c_p$ -Koordinatensystem bekannt. Dieses (kartesische) Koordinatensystem orientierte sich an der Lage der vorderen (c_a) und hinteren Kommissur (c_p), wobei seine x-Achse (als S-Achse bezeichnet) in posterior-anteriorer Richtung durch c_p und c_a verlief (die räumliche Distanz zwischen der hinteren und vorderen Kommissur bildet dabei die $c_a - c_p$ Distanz δc_p). Die y-Achse (als L-Achse bezeichnet) zeigte nach lateral, während die z-Achse (als H-Achse bezeichnet) caudo-cranial verlief. Die x-z-Ebene war identisch mit der Mittventrikulärebene, während die x-y-Ebene der $c_a - c_p$ Ebene entsprach. Der Koordinatenursprung befand sich in der Mitte der Verbindungslinie von c_p nach c_a . Dieses Koordinatensystem zählt zu den am häufigsten verwendeten Koordinatensystemen für das menschliche Gehirn, weil sich seine Referenzpunkte (c_a, c_p) relativ einfach und präzise mit üblichen bildgebenden Verfahren (positive Ventrikulographie, Computertomographie, Kernspintomographie) bestimmen lassen. Damit ließ sich ein Punkt P_p im individuellen Gehirn durch ein Zahlentripel $P_p = (S_p, L_p, H_p)^T$ eindeutig beschreiben. Als Referenzgehirn wurde der Atlas von SCHALTENBRAND und WAHREN (1977) gewählt, der vollständig digitalisiert wurde und somit für eine rechnergestützte Datenauswertung zur Verfügung stand. Dieser Atlas basiert ebenfalls auf dem $c_a - c_p$ -Koordinatensystem mit bekannter $c_a - c_p$ -Distanz δc_A , so daß Patientenkoordinaten leicht in das Atlaskoordinatensystem übertragen werden können.

Um die Güte dieser Übertragung zu ermitteln, wurden zunächst Koordinaten des N. reticularis thalami vom Patientenkoordinatensystem auf das Atlssystem übertragen. Diese Koordinaten ließen sich elektrophysiologisch im Patientengehirn während des Eingriffs bestimmen. Trat die Elektrode, mit der die spontane Neuronenaktivität registriert wurde, aus dem Bereich der Capsula interna in den N. reticularis thalami, änderte sich das registrierte Neuronensignal auf charakteristische Weise. Die Koordinaten dieser thalamischen Eintrittsorte wurden protokolliert und auf den Atlas übertragen, wobei seine drei Koordinaten mit dem Faktor $q_c = \delta c_A / \delta c_p$ gewichtet wurden. Dieses Skalierungsverfahren wird in der funktionellen Stereotaxie häufig angewandt (siehe z. B. KELLY et al. 1984, BANKS et al., 1987). Die Abbildung 1 A zeigt das Resultat dieser Koordinatenübertragung am Beispiel der Atlas-Sagittalebene 12.0, wobei eine markante Abweichung zwischen gemessenem Ort und Atlas auffällt. Insgesamt konnte beobachtet werden, daß die Koordinaten der Thalamus-Eintrittsorte bis zu 5 mm von entsprechenden Atlasorten abwichen. Offenbar lieferte dieses einfache Skalierungsverfahren keine ausreichend genaue Übertragung von individuellen Thalamusörtern auf den Referenzatlas. Um es zu verbessern, wurden weitere geometrische Parameter aus dem betrachteten Zielgebiet berücksichtigt. Da der stereotaktische Eingriff häufig bei älteren Patienten durchgeführt wurde, mußte i. a. mit einer Atrophie des Hirngewebes gerechnet werden. Diese führte häufig zu einer massiven Erweiterung der 3. Hirnkammer und damit zu einer lateralen Verschiebung des thalamischen Zielgebietes. Darüber hinaus konnten die Thalamusbreiten individuell verschieden sein. Beide Faktoren wurden bei der Gewichtung der individuellen lateralen (L-)Koordinaten berücksichtigt. Sie ließen sich mit Hilfe eines CT-Bildes des Zielgebietes (empirisch hat sich gezeigt, daß hierfür eine CT-Schicht ca. 5 mm oberhalb der $c_a - c_p$ -Ebene geeignet ist; vgl. LIPINSKI und STRUPPLER, 1992) gewinnen. Mit einfachen Methoden der digitalen Bildverarbeitung



Abbildung 1 A, B: Elektrophysiologisch registrierte Thalamuseintrittsorte (N. Retic. thal.) in Bezug zum Atlas von SCHALTENBRAND und WAHREN (S 12.0) nach c_a - c_p -Skalierung (A) und nach modifizierter Skalierung (B).

1 C: Zielgebiete für die Behandlung pathologischer Tremorformen (●) und schwerer Dystonien (■) in Bezug zum Atlas (S 10.0).

1 D: Display für die Darstellung des Elektrodentrajekts und der Elektrodenspitze (+) in Relation zum Atlas sowie weiterer OP-relevanter Daten bezüglich der ausgewählten Atlasebene, der Trajektparameter und Lokalisation von Stimulationsergebnissen

(Grauwertschwelle, Hochpaßfilter, Erosion und Dilatation) konnten die Thalamusumrisse berechnet und dargestellt werden (LIPINSKI und STRUPPLER, 1987; STRUPPLER und LIPINSKI, 1992; LIPINSKI und STRUPPLER, 1992). Die Abbildung 2 zeigt ein Beispiel für eine Thalamusumrißbildung, anhand derer die Ventrikelbreite (δV_p) und die Thalamusbreite (δT_p) bei $2/3 \delta c_p$ bestimmt wurden. Der korrespondierende Atlaswert δT_A wurde ebenfalls errechnet und der Faktor $q_L = \delta T_A / \delta T_p$ gebildet. Für die Höhenskalierung fanden sich keine Bezugspunkte. Daher wurde für die Skalierung dieser Koordinate das arithmetische Mittel aus q_L und q_c gewählt, also $q_H = 1/2(q_c + q_L)$. Jeder Punkt P_p im Patientengehirn ließ sich somit durch den Ausdruck

$$\begin{bmatrix} S_A \\ L_A \\ H_A \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} q_c & 0 & 0 & 0 \\ 0 & q_L & 0 & -\delta V_p \cdot q_L \\ 0 & 0 & q_H & 0 \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} S_p \\ L_p \\ H_p \\ 1 \end{bmatrix} \quad (1)$$

in die zugehörigen Atlaskoordinaten $P_A = (S_A, L_A, H_A)^T$ umrechnen. Mit Hilfe der Formel (1) wurden die elektrophysiologisch registrierten Thalamuseintrittsorte wiederum auf den Atlas übertragen. Die Abbildung 1B zeigt diese Übertragung beispielhaft für die Atlasebene S 12.0. Insgesamt betrug die Abweichung zwischen gemessenem Elektrodeneintrittsort in den N. reticularis thalami und dem entsprechenden Atlasgebiet hier weniger als 2 mm. Offenbar erlaubte die Formel (1) eine genauere Übertragung von Patientenkoordinaten auf das Referenzsystem (Atlas) als die einfache Skalierung mit dem Faktor q_c .

Nun wurden die Koagulationsorte der erfolgreich durchgeführten Eingriffe unter Verwendung der Formel (1) auf den Atlas übertragen. Hier lagen sie für die Tremorbehandlung in einem eng umschriebenen Gebiet ca. 10 mm seitlich vom Ventrikelrand, ca. 1 mm unterhalb der $c_a - c_p$ -Ebene an der Grenze von R. praelemniscalis und Zona incerta, während sie für die Dystonie weitere 2 mm anterior innerhalb der Zona incerta lagen (vgl. Abb. 1C). Da somit die Zielpunktkoordinaten im Bezug zum Atlas bekannt waren, konnten durch mathematische Umkehrung der (linearen) Transformation (1) die Koordinaten der beiden Zielgebiete für jedes individuelle Gehirn berechnet werden, wobei die Größen δc_p , δV_p und δT_p mit Hilfe des Ventrikulogramms und aufbereiteter CT-Bilder des Patientengehirns bestimmt wurden.

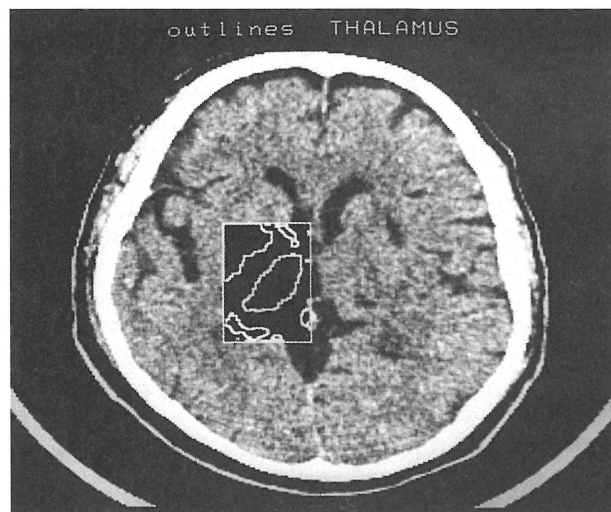


Abbildung 2: Umrisse des linken Thalamus im CT-Bild (Scanebene ca. 4 mm oberhalb der $c_a - c_p$ -Ebene). Anhand der Thalamusumrisse wurden Ventrikelbreite und laterale Thalamusausdehnung bestimmt

Nachdem Daten und Regeln für die Festlegung des Zielpunktes ermittelt worden waren, wurde ein Rechnersystem für die Entscheidungsunterstützung entworfen. Während eine erste Version auf der Basis einer LSI 11-73 (Betriebssystem RT 11, Programmiersprache FORTRAN) und des Signum Bildverarbeitungssystems IS 100 realisiert wurde [LIPINSKI et al., 1987], basierte eine aktuellere Version auf einem AT kompatiblen PC (Betriebssystem DOS 4.1; Programmiersprache C), der zusätzlich mit einer ITI-PFG plus Bildverarbeitungskarte und einem AD-Wandler (14 bit, 16 Kanäle) für die Registrierung der Biosignale ausgerüstet war. Mit Hilfe eines Programms konnte in einem ersten Schritt präoperativ der individuelle Zielpunkt für den Patienten mit Hilfe des geschilderten Verfahrens vorausberechnet und während des Eingriffs die Lage der Elektrode in Bezug zum Atlas auf einem Monitor dargestellt werden (siehe Abbildung 1 D). Dieses erlaubte sowohl eine präoperative Simulation als auch während des Eingriffs eine Verlaufskontrolle des Trajektes, z. B. bei Eintritt der Elektrode in den Thalamus (Kontrolle durch Atlasmatching). In einem zweiten Schritt konnten die Ergebnisse der entlang des Trajektes durchgeführten elektrophysiologischen Stimulationen mit denen verglichen werden, die bei früheren Eingriffen gewonnen und elektronisch gespeichert worden waren. In einem dritten Schritt konnte die Wärmeverteilung, die sich infolge der thermoelektrischen Koagulation am Zielpunkt einstellen würde, durch Lösung der Wärmeleitungsgleichung für eine punktförmige Wärmequelle unter Hinzuziehung der für das Nervengewebe typischen thermischen Parameter errechnet werden [CARSLAW und JAEGER, 1959]. Aufgrund (i) der Güte des Atlasmatching beim Eintritt der Elektrode in den Thalamus, (ii) der Resultate der intrathalamischen Stimulationen und (iii) der zu erwartenden Verteilung der durch die Koagulation entstehenden Wärme im Zielgebiet wurde eine Entscheidung für oder gegen die Ausführung der Koagulation vom Rechner vorgeschlagen.

Diskussion

Das Ziel eines funktionell-stereotaktischen Eingriffs beim Menschen ist die Linderung und Behebung extrapyramidal-motorischer Symptome wie Dystonie und Tremor. Dies geschieht durch eine gezielte Ausschaltung von Bahnen und Kerngebieten, die mit den krankheitsrelevanten Symptomen in Verbindung stehen. Seit SPIEGEL et al. (1947) die funktionell-stereotaktische Operation begründeten, stellte sich alsbald heraus, daß die Zielpunktbestimmung anhand äußerer Schädelmaße zu ungenau war. An ihre Stelle traten radiologisch identifizierbare intracranielle Referenzstrukturen, auf denen sich die Berechnung des Zielpunktes gründete. Allerdings zeigte sich sehr rasch, daß neben der rein geometrischen Zielpunktberechnung elektrophysiologische Explorationen unerlässlich waren [TAREN et al., 1962]. Mit der Einführung des Computers in die Stereotaxie gelang diesem Operationsverfahren ein weiterer Fortschritt. Zielpunktberechnungen wurden nun einfacher und schneller möglich, und größere Datenmengen konnten problemloser aufbereitet werden. Darüber hinaus konnten durch den Einsatz der Computergraphik für den Eingriff wichtige anatomische Strukturen auf einem Bildschirm dargestellt werden.

Dennoch blieb die Zielpunktermittlung weiterhin problematisch. Die alleinige Verwendung der $c_a - c_p$ -Distanz für die Skalierung aller drei kartesischen Koordinaten war ungeeignet, um Orte im Patientengehirn auf den Referenzatlas zu übertragen, wie die Verteilung der elektrophysiologisch registrierten Thalamusgrenzen gezeigt hat. Andere Methoden basieren z. B. auf dem Prinzip des „elastic matching“ [BAJCY et al., 1983]. Um mit dieser Methode individuelle Gehirne geometrisch vergleichen zu können, bedarf es jedoch einer Vielzahl von Stützstellen, die bei der von der Stereotaxie geforderten Genauigkeit anhand der verfügbaren anatomischen Referenzen nicht gewonnen werden

können. Das im Rahmen dieser Arbeit vorgestellte Transformationsverfahren hingegen genügte den Erfordernissen der funktionellen Stereotaxie. Es ermöglichte den interindividuellen Vergleich von Gehirnen am Zielort der zu behandelnden zentralmotorischen Störung mit einer bisher kaum erreichten Genauigkeit. Dieses gelang insbesondere durch den Einsatz eines Rechnersystems, mit dem es möglich war, bereits vor dem operativen Eingriff den OP-Verlauf zu simulieren und so geeignete Trajekte auszuwählen. Während der Operation bot der Computereinsatz Entscheidungshilfen für die Zielpunktfindung, insbesondere durch die Verwendung von Computergraphik. Insgesamt konnten damit Aussagen über die Lage von Zielpunkten für die stereotaktische Behandlung zentralmotorischer Störungen gemacht und der Operationsverlauf unterstützt werden.

Danksagung

Diese Arbeit wurde mit Mitteln der Deutschen Forschungsgemeinschaft gefördert (SFB 220, Str. 11/32-1).

Literatur

- BAJCSY, R., LIEBERSON, R., REIVICH, M. (1983): A computerized system for the elastic matching of deformed radiographic images to idealized atlas images. *J. Comp. Ass. Tom.* **7**, 618–625.
- BANKS, G., VRIES, J. K., MCLINDEN, S. (1987): Radiologic automated diagnosis (RAD). *Comput. Meth. Prog. Biomed.* **25**, 157–168.
- CARSLAW, H. S., JAEGER, J. C. (1957): *Conduction of heat in solids*. 2nd. edition. Clarendon Press, Oxford.
- KELLY, P. J., BRUCE, A. K., GOERSS, S. (1984): Functional stereotactic surgery utilizing CT data and computer generated stereotactic atlas. *Acta Neurochir.* **33**, 445–405.
- LIPINSKI, H.-G., BIRK, P., STRUPPLER, A. (1987): Computerized stereotaxic neurosurgery. In: Lemke, H. U. et al. (Eds.), *Computer Assisted Radiology C.A.R. '87*. Springer Verlag Berlin, Heidelberg, New York, pp. 348–352.
- LIPINSKI, H.-G., STRUPPLER, A. (1987): New trends in computer graphics and computer vision to assist functional neurosurgery. *Stereotac. Funct. Neurosurg.* **52**, 234–241.
- LIPINSKI, H.-G., STRUPPLER, A. (1992): A simple CT based brain matching algorithm for central motor system analysis in man. *Bull. Scient. A. I. M.* **3**, 41–46.
- SCHALTENBRAND, G., WAHREN, W. (1977): *Atlas for stereotaxy of the human brain*. Thieme Verlag, Stuttgart.
- SPIEGEL, E. A., WYCIS, H. T., MARKS, H., LEE, A. J. (1947): Stereotaxic apparatus for operations on the human brain. *Science* **106**, 349–350.
- STRUPPLER, A., LIPINSKI, H.-G. (1992): Computer processing and anatomical correlation of somatosensory evoked potentials in the VL thalamus. In: Kelly, P. J. and Kall, B. A. (eds.), *Computers in Stereotaxic Neurosurgery*. Blackwell Scientific Publications Inc., Oxford, pp. 165–174.
- TAREN, J., GUIOT, G., DEROME, P., TRIGO, C. (1969): Thalamic target localisation in stereotaxic surgery: A comparison of the accuracy of radiologic and electrophysiologic methods. *Confin. Neurol.* **31**, 116–122.

CASA — ein Computer-Assistierter mehrdimensionaler Stereotaxie-Atlas

CASA — a Computer-Assisted multidimensional Stereotactic Atlas

F. Alesch, A. Korn, J. Pappaterra, J. Ganglberger

Kurztitel:

mehrdimensionaler Stereotaxieatlas

Short title:

multidimensional Stereotactic Atlas

Schlüsselwörter:

Stereotaktisch, Atlas, Basalganglien, Thalamotomie, Neurostimulation, Computer

Keywords:

stereotactic, atlas, basal ganglia, thalamotomy, neurostimulation, computer

Zusammenfassung

Die stereotaktische Neurochirurgie setzt eine hohe Genauigkeit und Verlässlichkeit in der Berechnung der Koordinaten eines Zielpunktes voraus. Sie bedient sich dabei in erster Linie stereotaktischer Atlanten. Es sind dies Werke, bei denen durch autoptische Untersuchung zahlreicher Hirne ein Modellhirn erstellt wurde oder die gewonnenen Daten in Form von Tabellen und Verteilungshistogrammen erfaßt wurden, auf die sich die Berechnung dann stützt. Unter Zugrundelegung der klassischen stereotaktischen Landmarken und Referenzlinien, wie die Commissura anterior (CA), das Foramen Monroi (FM), die Commissura posterior (CP) bzw. die Basislinie, FM-CP oder CA-CP und die Thalamushöhe kann dann unter Berücksichtigung der interindividuellen verschiedenen anatomischen Verhältnissen gerechnet werden.

Da es sich bei den Rechenprozeduren um immer wiederkehrende Algorithmen handelt, war es naheliegend diese von einem Computerprogramm durchführen zu lassen. Wir haben daher für die gängigsten stereotaktischen Zielpunkte ein Computerprogramm (CASA — Computer Assistierter Stereotaxie-Atlas) zur Wissensspeicherung einerseits und zur Berechnung und graphischen Ausgabe andererseits entwickelt. Die Ausgabe erfolgt sowohl auf dem Bildschirm als auch auf Papier oder Overheadfolie. Da CASA eine Kalibrierung

zwischen Programm und Drucker ermöglicht, ist eine 1 : 1 Wiedergabe möglich, d. h. die graphische Darstellung kann direkt auf Nativröntgen, Bilder der Computertomographie oder Kernspintomographie superprojiziert werden. Die Darstellung kann in den 3 Dimensionen des kartesischen Koordinatensystems erfolgen, zusätzlich wird eine weitere Dimension dadurch erreicht, daß gleichzeitig die Informationen verschiedener Atlanten (Schaltenbrand, Andrew & Watkins, Talairach) berücksichtigt und gleichzeitig dargestellt werden können. Auch die Eingabe eigener Erfahrungsdaten ist vorgesehen. Neben dem zusätzlichen Informationsgehalt welches CASA bietet, erlaubt es auch eine erhebliche Verkürzung der Dauer der Zielpunktberechnung bei gleichzeitiger Erhöhung deren Zuverlässigkeit.

Abstract

Stereotactic neurosurgery requires utmost accuracy and reliability for the calculation of the target point coordinates. For this stereotactic atlases were primarily used, which are based on a model brain derived from postmortem examinations on a number of brains or present these data in the form of tables and histograms to be used for the target point calculation. The target point can be determined under consideration of the individual anatomic conditions, in relation to established stereotactic landmarks and reference lines such as the anterior commissure (AC), the foramen of Monro (FM), the posterior commissure (PC), or the baseline, FM-PC or AC-PC and the height of the thalamus.

The mathematical procedures are algorithms carried out over and over again, making them highly conducive to computer performance. We therefore developed a computer program for the most common stereotactic target points (CASA — Computer-Assisted Stereotactic Atlas) to be able to store the data obtained and to calculate and graphically display the results. The results are displayed on the computer screen and with a printer on paper or overhead foils. With CASA the program and printer can be calibrated, allowing a 1 : 1 reproduction, in other words, direct superimposition of the data on x-ray pictures, CT-scans, or MRI images. The data are displayed in the 3 dimensions of the Cartesian coordinate system. A fourth dimension is additionally achieved by the possible simultaneous output of information taken from various atlases (Schaltenbrand, Andrew & Watkins, Talairach). The user can also enter the data from his or her own experience. Besides the additional information CASA provides, the program considerably shortens the target point determination procedure and enhances accuracy and reliability.

Einleitung

Die funktionelle Stereotaxie ist eine Technik zur neurochirurgischen Behandlung medikamentös nicht oder nur unzureichend einflußbarer Funktionsstörungen des Gehirns durch gezielte Punktion tiefer Gehirnstrukturen (z. B. Thalamus, Subthalamus, Pallidum) mittels feinsten Sonden und konsekutiver thermischer oder chemischer Ausschaltung oder Stimulation (2) dieser Strukturen. Hauptindikationsgebiete für eine stereotaktische Behandlung sind Bewegungsstörungen (z. B. Morbus Parkinson) oder medikamentös therapierefraktäre Schmerzsyndrome. Das Wesen der Stereotaxie besteht darin, daß auf eine Eröffnung der Schädeldecke oder des Gehirns verzichtet wird und der Eingriff über ein kleines 3–8 mm großes Bohrloch erfolgt. Voraussetzung ist eine vorherige Berechnung sowohl der Zielpunktkoordinaten als auch der Winkel über die Zielstruktur dann angegangen wird und welche vorher am Stereotaxie-Gerät eingestellt werden (Abb. 1). Die Beschreibung der Zielpunktkoordinaten erfolgt im kartesischen Koordinatensystem. Die Berechnung und Einstellung der Winkel erfolgt in Grad. Da die Zielstrukturen häufig eine Ausdehnung von nur wenigen Millimetern haben, wird

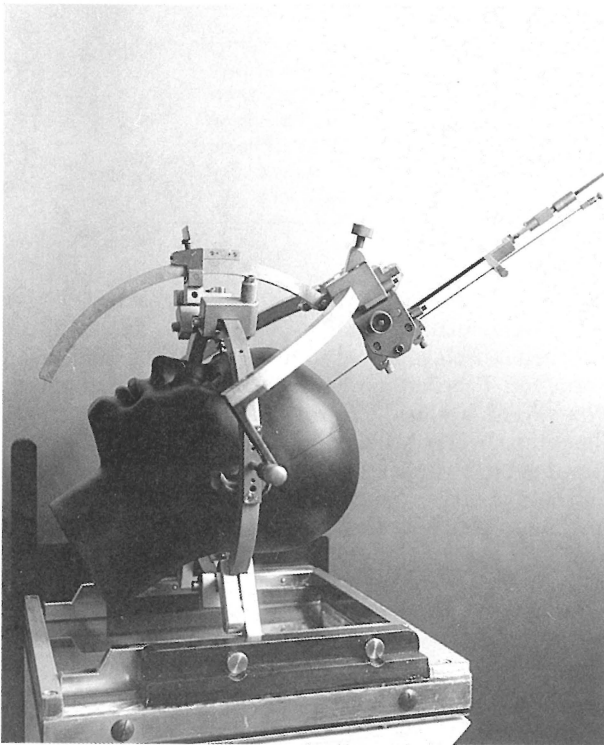


Abbildung 1: Stereotaxie System nach Riechert-Mundinger. Das System besteht aus einem Ring, welcher in lokaler Betäubung mittels 4 Dornen am Schädel des Patienten befestigt wird. Der Ring dient sowohl als Halterung für den Schädel als auch als Referenzsystem für die Berechnung. Am Ring befindet sich außerdem der Zielbogen. An diesem werden die Winkel für den Zugang eingestellt. Außerdem dient er als Instrumentenhalterung.

vom stereotaktischen System eine hohe Präzision gefordert. Folgende Voraussetzungen sind dabei wichtig:

1. Benutzung eines exakt am Schädel fixierbaren Stereotaxierahmens.
2. Erhalten von mathematisch exakten Röntgenbildern, wie teleradiologisch angefertigte Ventrikulographie, Computertomographie (CT) oder Kernspintomographie (NMR).
3. Berechnung der Zielpunktkoordinaten unter Zugrundelegung eines Stereotaxieatlanten.
4. Übertragungsmöglichkeit der Ergebnisse auf das stereotaktische Gerät.
5. präzise Einführungsmöglichkeit der Sonden gemäß den vorberechneten Daten.

Angesichts der relativ hohen Variabilität des menschlichen Schädels und des Gehirns hat man frühzeitig nach Referenzstrukturen und Landmarken gesucht, auf welche sich die Berechnung dann beziehen kann. Dabei zeigte sich, daß Knochen und Weichteile die Forderung nach Genauigkeit nicht erfüllen können. Bewährt haben sich dagegen Punkte und Linien wie das Foramen Monroi (FM), die Commissura anterior (CA), die Commissura posterior (CP) bzw. die Basislinien FM-CP, CA-CP und die Thalamushöhe (3). Auf diese beziehen sich die Mehrzahl der stereotaktischen Berechnungen.

Wissensbasis der Berechnung der Koordinaten eines Zielpunktes sind fast ausnahmslos stereotaktische Atlanten. Es sind dies Werke wie z. B. das von SCHALTENBRAND (4) bei denen durch autoptische Untersuchung zahlreicher Hirne ein Modellhirn erstellt wurde, auf das sich die Berechnung dann stützt. Unter Zugrundelegung der genannten stereotaktischen Landmarken und Referenzlinien (Abb. 2) kann dann, unter Berücksichtigung der individuellen Anatomie des Patienten das Zielgebiet errechnet werden. Die von SCHALTENBRAND gewählte topographische Darstellung gibt neben den Informationen über Lage, Form und Größe des jeweiligen Zielgebietes auch dessen Beziehung zu Nachbarstrukturen an.

Tabelle 1: Stereotaktische Zielpunkte und Indikationen

Nucleus ventralis intermedius	VIM	M. Parkinson
Nucleus ventralis oralis anterior	VOA	M. Parkinson
Nucleus ventralis oralis posterior	VOP	M. Parkinson
Zona incerta	ZI	M. Parkinson
Nucleus ventralis posterior lateralis	VPL	Schmerz
Nucleus ventralis posterior medialis	VPM	Schmerz

Eine andere Form der stereotaktischen Wissensspeicherung stellt das Werk von ANDREW und WATKINS (1) dar. Diese Autoren verzichten auf die Erstellung eines Modellhirnes und geben die klassischen Zielpunkte in metrischem Bezug auf die jeweiligen Landmarken an. Diese Angaben erfolgen in Form von Tabellen mit Mittelwert und Standardabweichung, sowie graphisch in Form von Verteilungshistogrammen. Vorteil dieses Vorgehens ist, daß im Vergleich zum SCHALTENBRAND'schen Modellhirn die Rohdaten der autopsischen Untersuchungen besser gewahrt bleiben. Der Leser erhält dadurch eine bessere Vorstellung über die möglichen Schwankungsbreiten einer Zielstruktur. Im Gegensatz zu SCHALTENBRAND verzichten ANDREW und WATKINS aber auf eine topographische Darstellung.

Wiederum einen anderen Weg geht die Pariser Schule um Jean TALAIRACH (7). Auch er hat wie SCHALTENBRAND ein Modellhirn erstellt, gibt aber die einzelnen Distanzen nicht in metrischen Einheiten, sondern immer im Proportionalmaß zu der jeweiligen Referenzlinie an. Er benutzt dazu meist Zwölftel der CA-CP Linie.

Unabhängig von der Wahl des verwendeten Atlanten, läuft die Berechnungsprozedur in der Regel immer nach einem gleichbleibenden Algorithmus ab. Sie erfolgt in mehreren Berechnungsschritten, wobei es dabei zu einer Kumulation des Zeitverlustes als auch der möglichen Fehlerwahrscheinlichkeit kommt. Da aber gerade bei Eingriffen an tiefen Hirnstrukturen Rechenfehler verheerende Folgen haben können, wurden daher in der Stereotaxie bereits frühzeitig Computer zur Berechnung herangezogen.

Wir haben nun diese Form der Computeranwendung in der Stereotaxie dahingehend erweitert, daß wir neben der reinen computerbasierten Berechnung ebenfalls eine Datenbank für stereotaktische Atlanten und eine graphische Ausgabemöglichkeit zur direkten Superprojektion auf Röntgenbilder geschaffen haben. Im folgenden wollen wir dieses Computerprogramm, welches sich bereits an der Wiener Neurochirurgischen Universitätsklinik im klinischen Einsatz befindet, vorstellen.

Methode

Wir haben für die an der Wiener Neurochirurgischen Universitätsklinik am häufigsten verwendeten stereotaktischen Zielpunkte (Tab. 1) ein Computerprogramm (CASA — Computer Assistierter Stereotaxie-Atlas) zur Wissensspeicherung einerseits und zur Berechnung und graphischen Ausgabe andererseits entwickelt.

Dieses Programm läuft unter *Window 3.x** ist in *Visual Basic** geschrieben und kompiliert. Es ist Teil eines bereits im Einsatz befindlichen Computerprogrammes zur stereotaktischen Eingriffsplanung und Dosimetrie zur interstitiellen Bestrahlung.

Anhand der Abbildungen 4–5 soll nun eine typische Prozedur zur Berechnung der Zielpunktkoordinaten des Nucleus ventralis intermedius thalami (VIM) beschrieben werden. Dieser Kern besitzt eine wichtige Rolle in der stereotaktischen Behandlung des

* Microsoft, Redmond, WA 98052-4992

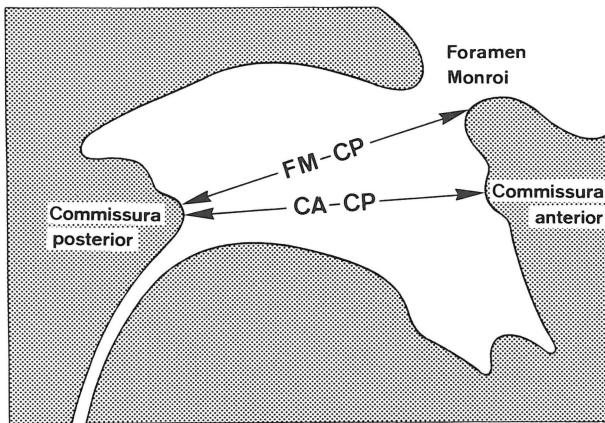


Abbildung 2: Referenzpunkte und Landmarken der stereotaktischen Neurochirurgie: Commissura anterior (CA), das Foramen Monroi (FM), die Commissura posterior (CP) sowie die Basislinien, FM-CP und CA-CP

Tremors bei Morbus Parkinson. Wir verwenden dabei fast ausschließlich teleradiologisch angefertigte Ventrikulographie-Bilder. Auf diesen wird die Distanz CA—CP (hier 25 mm) und die Thalamushöhe (hier 15 mm) (4a) ausgemessen. Die graphische Konstruktion kann sowohl auf dem Computerbildschirm als auch auf Papier oder Overhead-Folie andererseits ausgegeben werden. Da das Programm eine Funktion besitzt, welche eine genaue Anpassung und Kalibrierung an den verwendeten Drucker erlaubt (Abb. 4b), erfolgt die graphische Ausgabe im Maßstab 1 : 1, d. h. die Ausdrücke auf Overhead-Folie können direkt auf das Röntgenbild superprojiziert werden (Abb. 5). Die graphische

Abbildung 3: Stellung von CASA im Umfeld der stereotaktischen Eingriffsplanung

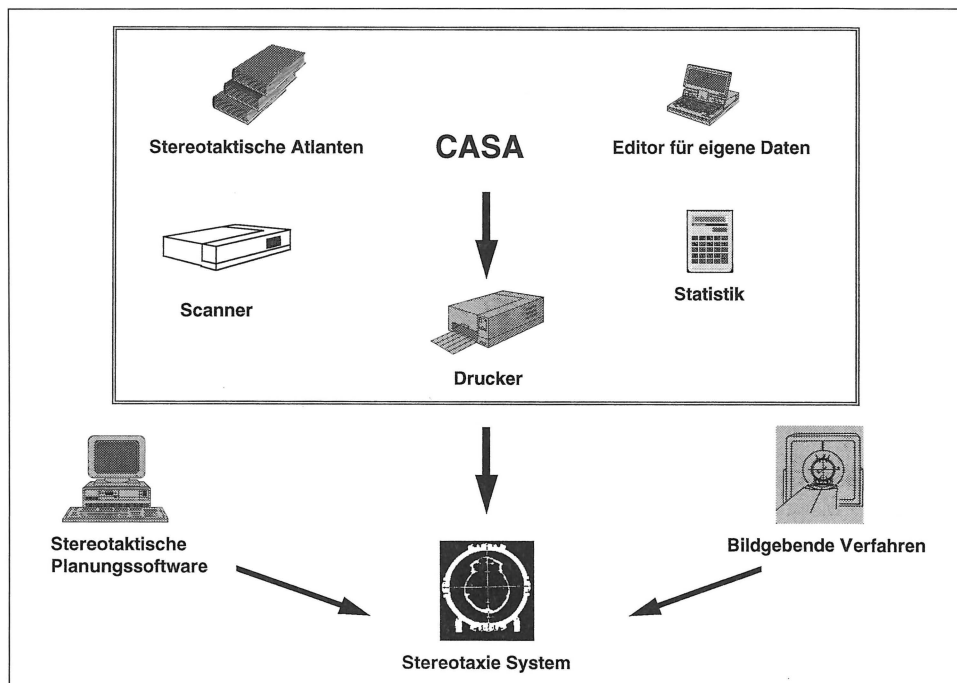


Abbildung 4a: Bildschirmmaske und Layout der Pilot-Version von CASA

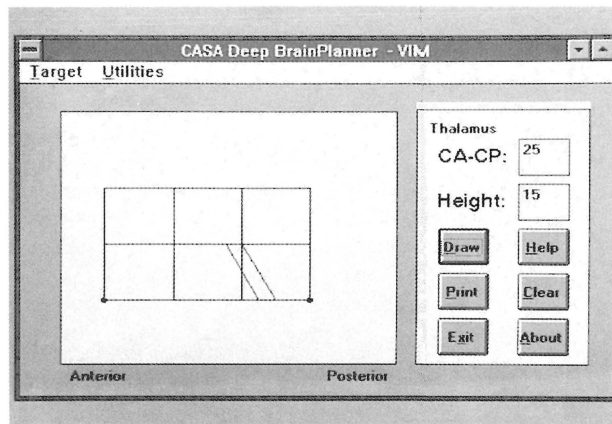
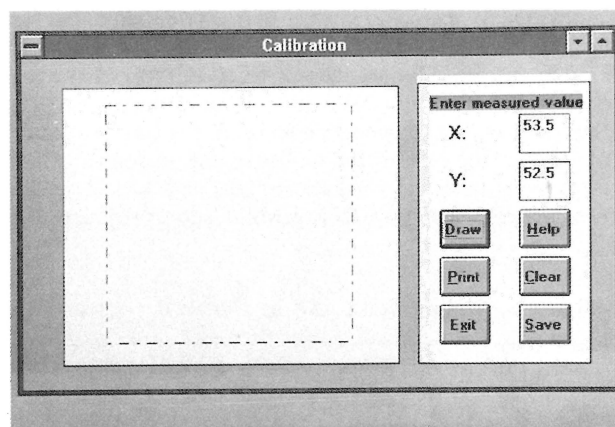


Abbildung 4b: Bildschirmmaske und Layout des Kalibriermoduls



Ausgabe ist unabhängig von dem jeweils verwendeten bildgebenden Verfahren (Tele-radiologie, CT, NMR).

Die Darstellung kann in den 3 Dimensionen des kartesischen Koordinatensystems erfolgen, zusätzlich wird eine weitere Dimension dadurch erreicht, daß gleichzeitig die Informationen verschiedener Atlanten (SCHALTENBRAND, ANDREW & WATKINS, TALAIRACH) berücksichtigt und gleichzeitig dargestellt werden können.

Diskussion

Viel mehr als die klassische Neurochirurgie am offenen Schädel hängt die stereotaktische Neurochirurgie in hohem Maße von einer minutiösen Operationsplanung ab. Zielpunkt, Zugangswinkel und Distanzen müssen vor Eröffnung der Haut bereits genau festgelegt sein, spätere Veränderungen sind nicht oder nur beschränkt möglich. Die Stereotaxie bedient sich dabei in erster Linie mathematischer Prozeduren in Form von standardisierten Rechenalgorithmen. Diese sind einerseits zeitraubend, andererseits potentiell durch Rechenfehler gefährdet. Es wundert daher nicht, daß bereits frühzeitig Computer Eingang in die stereotaktische Operationsplanung gefunden haben. Diese erlauben nicht nur eine erhebliche Zeitersparnis, sondern erhöhen auch gleichzeitig die Sicherheit des Eingriffs.

Eine zweite Säule in der stereotaktischen Operationsplanung bilden die stereotaktischen Hirnatlanten, wie sie von verschiedenen Autoren publiziert wurden. Auf die für uns wichtigsten Werke wurde bereits in der Einleitung eingegangen. All diese Atlanten haben jeder für sich zwar Vorteile, wünschenswert wäre aber eine Kombination aller drei Systeme, wobei sich dabei die jeweiligen Stärken summieren, zusätzliche Nachteile aber nicht auftreten würden. Auch würden Unterschiede in den für jeden Autor spezifischen Bemessungsgrundlagen klarer zur Darstellung kommen. Dem könnte dann auch bei der Berechnung Rechenschaft getragen werden.

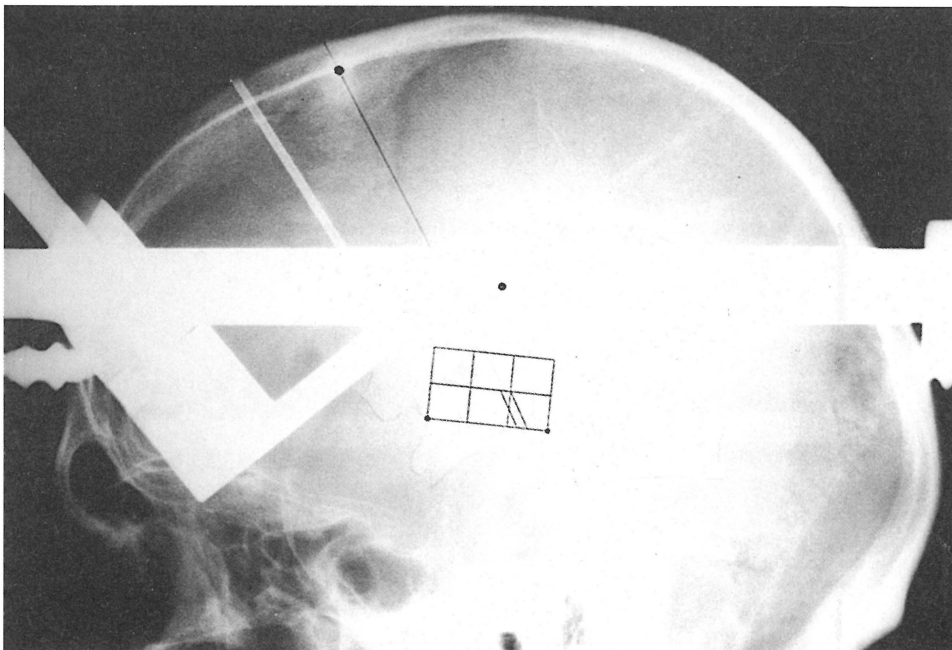
Sollen mehrere Atlanten gleichzeitig zur Zielpunktberechnung herangezogen werden, so bedeutet dies aber einen zusätzlichen Zeitfaktor, welcher zu einer nicht mehr vertretbaren Verlängerung des operativen Eingriffs führen würde. Es lag daher nahe auch in diesem Bereich die Hilfe von Computern heranzuziehen. Das von uns hier vorgestellte Programm soll im wesentlichen drei Funktionen erfüllen:

1. Erfassung des Wissens verschiedener stereotaktischer Atlanten in einer Datenbank.
2. Berechnung des Zielpunktes unter Berücksichtigung der speziellen anatomischen Maße des jeweiligen Patienten.
2. Graphische Ausgabe des Zielpunktes auf Overhead-Folie im 1 : 1 Maßstab zur Superprojektion auf Röntgen- oder NMR-Bilder.

Die Informationen welche ein Atlas liefern kann lassen sich in zwei Gruppen einteilen:

1. Die genaue Lage des Zielgebietes in Bezug auf Referenzlinien oder -Punkte an einem Modellhirn oder auf multiple Hirne deren Maße in Tabellen aufgelistet sind.
2. Die topographische Lagebeziehung zu benachbarten Strukturen.

Abbildung 5: Superprojektion des Overhead-Ausdrucks der graphischen Darstellung der Zielpunktberechnung auf das Röntgenbild



Punkt 1. hilft bei der genauen Ortung des Zielgebietes, welche für eine möglichst präzise Ausschaltung bzw. Stimulation erforderlich ist, während Punkt 2. erklärt, welche Nebenwirkungen eventuell durch Reizung oder Schädigung benachbarter Strukturen zu erwarten sind. In der vorliegenden Arbeit haben wir uns ausschließlich dem Punkt 1 gewidmet.

Neben der Verwendung der Daten aus den verschiedenen genannten Atlanten planen wir auch die Eingabe eigener Erfahrungsdaten über einen speziellen Editor.

Die Benutzeroberfläche Windows 3. x macht das Programm besonders anwenderfreundlich und erlaubt auch eine komfortable Anbindung an andere Applikationen z. B. für erweiterte graphische Ausgaben oder statistische Auswertungen.

Zusammenfassend können wir sagen, daß wir CASA für eine wichtige Ergänzung des stereotaktischen Instrumentariums halten, mit der sich sowohl eine erhebliche Zeitersparnis, als auch eine Erhöhung der Sicherheit und der Zuverlässigkeit der stereotaktischen Operationen erreichen läßt. Die Tatsache, daß durch die gleichzeitige Verwendung mehrerer stereotaktischer Atlanten eine zusätzliche Dimension eröffnet wird, halten wir für besonders wichtig.

Literatur

- [1] ANDREW, J., WATKINS, E. S. (1969): A Stereotactic Atlas of the Human Thalamus and Adjacent Structures. A Variability Study. Williams & Wilkins, Baltimore.
- [2] BENABID, A. L. et al. (1991): Long-term suppression of tremor by chronic stimulation of the ventral intermediate thalamic nucleus. *Lancet* **337**, 403–406.
- [3] GOLDHAHN, W.-H. (1977): Stereotaktische Neurochirurgie. Johann Ambrosius Barth, Leipzig.
- [4] SCHALTENBRAND, G., WAHREN, W. (1977): Atlas for Stereotaxy of the Human Brain. Thieme, Stuttgart.
- [5] HARDY, T. L. (1988): Stereotactic CT Atlases. In L. D. Lunsford (Editor): Modern Stereotactic Neurosurgery, Nijhoff, Boston.
- [6] KELLY, P. J. et al. (1978): Thalamic Spatial Variability and the Surgical Results of Lesions Placed with Neurophysiologic Control. *Surg. Neurol.*, Vol. 9.
- [7] TALAIRACH, J. et al. (1957): Atlas d'anatomie stéréotaxique des noyaux gris centraux. Masson, Paris.
- [8] TALAIRACH, J., TOURNOUX, P. (1988): Co-Planar Stereotaxic Atlas of the Human Brain. Thieme, Stuttgart.

Anschrift des ersten Verfassers: Dr. François Alesch, Neurochirurgische Universitätsklinik, Währinger Gürtel 18–20, A-1090 Wien

Ein EDV-gestütztes Patienten-Management-System

Computer-aided hospital managing

K. Schwerdtfeger, S. Schulte, W. Schwarz und W. I. Steudel

Kurztitel:

EDV-gestütztes Patienten-Management-System

Short title:

Computer-aided hospital managing

Schlüsselwörter:

Krankenhaus-Informationssysteme, Personal computer, Computernetzwerke

Key words:

Hospital-Information-Systems; Microcomputers-; Local-Area-Networks

Zusammenfassung

In der Neurochirurgischen Universitätsklinik Homburg/Saar wurden in einer ersten Ausbaustufe 6 PC-Arbeitsplätze und ein zentraler Server miteinander vernetzt. Das Netzwerk dient der Verwaltung patientenbezogener Daten aus dem ambulanten und stationären Bereich. Schnittstellen zur Einbindung in die Textverarbeitung sind vorhanden. Durch einen strikt modularen Programmaufbau, sowie eine hierarchisch strukturierte Datenbank wird eine hohe Flexibilität für zukünftige Erweiterungen bzw. Modifikationen erreicht. Die Einführung der EDV sollte schrittweise erfolgen und anfänglich den Arbeitsabläufen angepaßt sein. Organisatorische Umstellungen im Zusammenhang mit dem Computereinsatz lassen sich besser durchsetzen, wenn eine breite Akzeptanz der Computer vorliegt.

Summary

In the Neurosurgical University Clinic Homburg/Saar a PC-network was installed comprising a server and six workstations running under Novell Netware 3.11. The system

is used for the administration of patient related data, an interface for text processing is present. By means of a strict modular programming technique and a structured data base a large amount of flexibility for further extensions and modifications is achieved. We recommend the stepwise introduction of digital data processing techniques, which should be adapted to the normal hospital organization, at least initially. Later modifications are facilitated, if the system is accepted by the users.

Einleitung

Mit der Entwicklung immer preisgünstigerer und leistungsfähigerer Personalcomputer ist es in den letzten Jahren zunehmend zum Einzug derartiger Systeme in den medizinischen Bereich gekommen. Die Vernetzung sichert dabei den Datenfluß. Voraussetzung für eine hohe Datenqualität ist jedoch die breite Akzeptanz, die eine spezielle Vorgehensweise bei der Einführung und eine permanente Pflege und Nachbesserung der Programme erfordert.

In der Neurochirurgischen Universitätsklinik Homburg/Saar wurde mit der EDV-gestützten Erfassung operationsrelevanter Daten an einem Einzelplatzrechner begonnen. Im Rahmen dieses Modellprojektes konnte ein Konzept für die erfolgreiche EDV-Installation in anderen Funktionsbereichen erarbeitet werden:

1. Analyse der Arbeitsabläufe
2. Erstellen einer Liste der zu erfassenden Daten
3. Ausarbeitung einer möglichst komfortablen und rasch erlernbaren Dateneingabe.
4. Strukturierte Verwaltung der Daten mit Regelung des Zuganges und der Aufarbeitung gemäß Punkt 1.
5. Beurteilung des Nutzens, insbesondere in Hinblick auf eine Arbeitserleichterung.

Die einzelnen Schritte dieses Konzeptes müssen mehrfach durchlaufen werden, um eine iterative Anpassung an die Bedürfnisse der Klinik zu erreichen. Aber auch später ergeben sich noch Änderungen, sei es durch neue Vorschriften, sei es durch organisatorische Umstellungen, die sich nicht zuletzt als Konsequenz des EDV-Einsatzes ergeben.

Als weitere Funktionsbereiche wurden jetzt die Ambulanz der Klinik, die Sekretariate, sowie das Archiv auf EDV umgestellt. Hierzu war der Schritt von einer Einzelplatzlösung zu einem Netzwerk notwendig. In einer ersten Ausbaustufe werden bislang nur Verwaltungsdaten erfaßt. Die Berichterstellung wird aber bereits durch das Einbinden dieser Daten erleichtert, und es wurde die Grundlage für ein elektronisches Archiv geschaffen.

Hardware-Realisation

Die gegenwärtige Hardware besteht aus einem Netzwerk mit einem zentralen Server (486-Prozessor, 380 MB Festplatte) und 6 angeschlossenen DOS-Arbeitsplätzen. Vorhandene Rechner wurden dabei durch Aufrüsten mit einer Ethernetkarte eingebunden. Den Arbeitsplätzen sind 4 Drucker zugeordnet. Jeder Arbeitsplatz besitzt eine eigene Festplatte (20–80 MB) und kann prinzipiell losgelöst vom Netz betrieben werden. Das Netz ist in Busarchitektur aufgebaut und wird unter Novell Netware 3.11 verwaltet. Zur Datensicherung ist in einem der Arbeitsplätze ein Streamer eingebaut. Ein schematischer Aufbau des Netzes ist in Abbildung 1 dargestellt. Da sich im Sekretariatsbereich jeweils zwei Arbeitsbereiche einen Drucker teilen, erfolgte die Installation eines Printservers als ladbares Modul auf dem Fileserver.

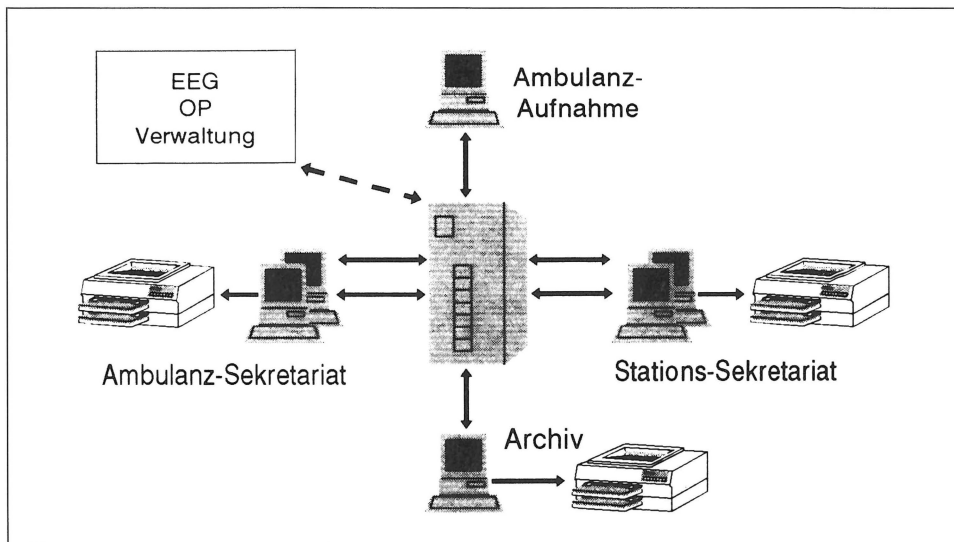


Abbildung 1: Schematischer Aufbau des Netzwerkes. Ein zentraler Server ist mit 6 Arbeitsplätzen verbunden. In den beiden Sekretariaten müssen sich jeweils 2 Arbeitsplätze einen Drucker teilen. Der vorgesehene weitere Ausbau ist gestrichelt gezeichnet und umfaßt den Anschluß des vorhandenen Rechners im OP, die Kommunikation mit dem Zentralrechner der Verwaltung, sowie die Einbindung elektrophysiologischer Untersuchungen, die neben der Befundmitteilung auch die graphische Darstellung der Kurven beinhalten soll

Software

Das Patienten-Management-Programm wurde in Clipper Version 5.01 erstellt. Zur Textverarbeitung wird WORD 5.5 eingesetzt. Sowohl Textverarbeitung als auch Managementprogramm wurden auf jeder Arbeitsstation installiert, lediglich die Datenbankdateien sowie die Textelemente wurden auf dem Server abgespeichert. Das ergab neben der größeren Betriebssicherheit auch einen Geschwindigkeitsvorteil. Die Datenbank wurde in mehreren hierarchisch gestaffelten Ebenen aufgebaut (Abbildung 2). Die Stammdaten (Name, Vorname – s. unten) werden in der obersten Ebene erfaßt. Die Verbindung zu den untergeordneten Datenbanken erfolgt über eine Identifikationsnummer. Die Stammdatenbank enthält aber auch Informationen, in welcher Unterdatenbank zusätzliche Angaben stehen. Weitere Hilfsdatenbanken beinhalten Adreßlisten von Krankenkassen, Hausärzten u. a. Der hierarchische Aufbau führt zu einer Beschleunigung beim Suchen individueller Datensätze.

Die eigentlichen Programmstrukturen sind modular aufgebaut und decken jeweils eine bestimmte Funktion ab. Damit erleichtert sich die Nachbesserung bzw. die Einbindung neuer Funktionen.

Analyse der Arbeitsabläufe

Ein neuer Patient stellt sich in unserer Ambulanz mit der Frage vor, ob ein stationärer Aufenthalt zu einer operativen Behandlung notwendig ist, oder ob eine ambulante Weiterbetreuung (Nachuntersuchungen) möglich ist (Abbildung 3A). Im Falle einer vorgesehenen stationären Aufnahme wird der Patient auf eine Vormerkliste gesetzt.

Abbildung 2: Hierarchischer Aufbau der Datenbank. Patient.dbf ist die Patienten-Stammdatenbank, die zur Identifikation dient und von der auf die Unterdatenbanken verzweigt wird. Daten aus den Hilfsdatenbanken können von jeder Stelle aus eingebunden werden

Entweder wird ein fester Aufnahmezeitpunkt mit ihm vereinbart, oder er wird mit einer bestimmten Prioritätsstufe in eine Warteliste einsortiert. Die stationäre Aufnahme (Abbildung 3B) wiederum erfolgt nun durch die erwähnte Vormerkliste, in der aber auch Patienten aus anderen Krankenhäusern aufgenommen werden müssen, die sich nicht in der Ambulanz vorstellen. Hinzu kommen schließlich noch unplanmäßige Notfallaufnahmen.

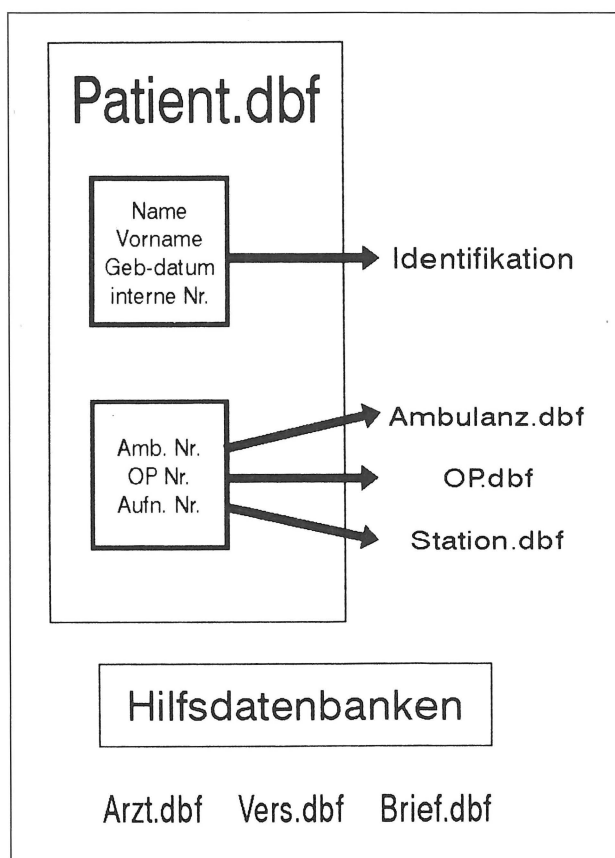
Während des stationären Aufenthaltes durchläuft der Patient die Diagnostik, in deren Anschluß er entweder Soperiert oder zur ambulanten

Weiterbehandlung entlassen wird. Eine konservative Therapie wird in unserer Klinik im allgemeinen nicht durchgeführt. Nach einer Operation verbleibt der Patient noch eine bestimmte Zeitspanne stationär. In einigen Fällen (zweizeitiges Operieren, postoperative Komplikation) muß jedoch der Kreislauf Diagnostik-Op-postoperativer Aufenthalt nochmals durchlaufen werden.

Die Aufgaben im Archiv (Abbildung 3C) sind von der Struktur her relativ einfach: Aufsuchen der Krankenunterlagen, die im ambulanten und/oder stationären Archiv liegen. Das Aufsuchen erfolgt bisher über Karteikarten, obwohl der Zentralrechner der Universitätskliniken des Saarlandes alle stationären Patientendaten der Neurochirurgischen Klinik seit 1974 enthält. Eine Nutzung dieser Daten scheiterte bislang an der mangelnden Benutzerfreundlichkeit des Systems. Zu den Aufgaben der Archiv-Sachbearbeiterin zählt noch die Verwaltung der Vormerkliste und die Bestandsführung der stationären Patienten.

Programmablauf

Der Zugang zum Netzwerk erfolgt automatisch mit dem Einschalten der Arbeitsstationen und ist auf die für den Programmablauf notwendigen Verzeichnisse des Servers beschränkt. Zusätzlich erfolgt eine Paßwortsicherung. Abbildung 4 zeigt das Startmenü nach Aufruf des Patienten-Management-Programms. Stellvertretend für ambulante



Patienten soll der Vorgang bei Erfassung eines neuen Datensatzes beschrieben werden. Zunächst werden die Daten der Stammdatei erfaßt. Aus Name, Vorname, Geburtsdatum und Geschlecht wird eine Identifikation in kodierter Form erstellt. Die Wahrscheinlichkeit, daß in diesen 4 Daten sich Doubletten finden, wird als extrem gering erachtet. Der Wohnsitz wird ebenfalls mit der Patientenstammdatei verwaltet. Die Angaben hierfür sind jedoch fakultativ. In Abbildung 5 ist der komplette Datensatz der Ambulanzdatenbank zu sehen. Krankenkassen, Hausärzte und der untersuchende Klinikarzt können über Pull down-Menüs abgerufen werden.

Die Datenaufnahme im stationären Bereich ist prinzipiell gleich aufgebaut. Das Bindeglied zwischen beiden Bereichen ist die Vormerkliste, die unter dem Menüpunkt

Archiv verwaltet wird. Ihre Datensätze können aus der Ambulanzdatenbank übernommen werden (erfolgt automatisch bei Setzen des Vormerkfeldes) oder direkt eingegeben werden. Sie werden nach Priorität und Wartezeit sortiert. Dies erleichtert die Stationszuordnung in der vorausschauenden Planung. Weitere Archivfunktionen sind die Übersicht der stationären Patienten mit Status bezüglich des vorgesehenen operativen Eingriffes und der Zeitspanne seit Aufnahme in der Klinik. Schließlich findet sich die Übersicht der archivierten Unterlagen mit, soweit elektronisch gespeichert, direktem Zugriff auf die zugehörigen Berichte.

Unter dem Punkt Sekretariat schließlich findet sich die Möglichkeit, dem Patienten Textelemente zuzuordnen. Die vorhandenen Patientendatensätze werden über eine Steuerdatei in WORD importiert und hieraus Briefkopf, Verteiler und Anschrift des Patienten automatisch erstellt. Bei der Bearbeitung ist prinzipiell zu

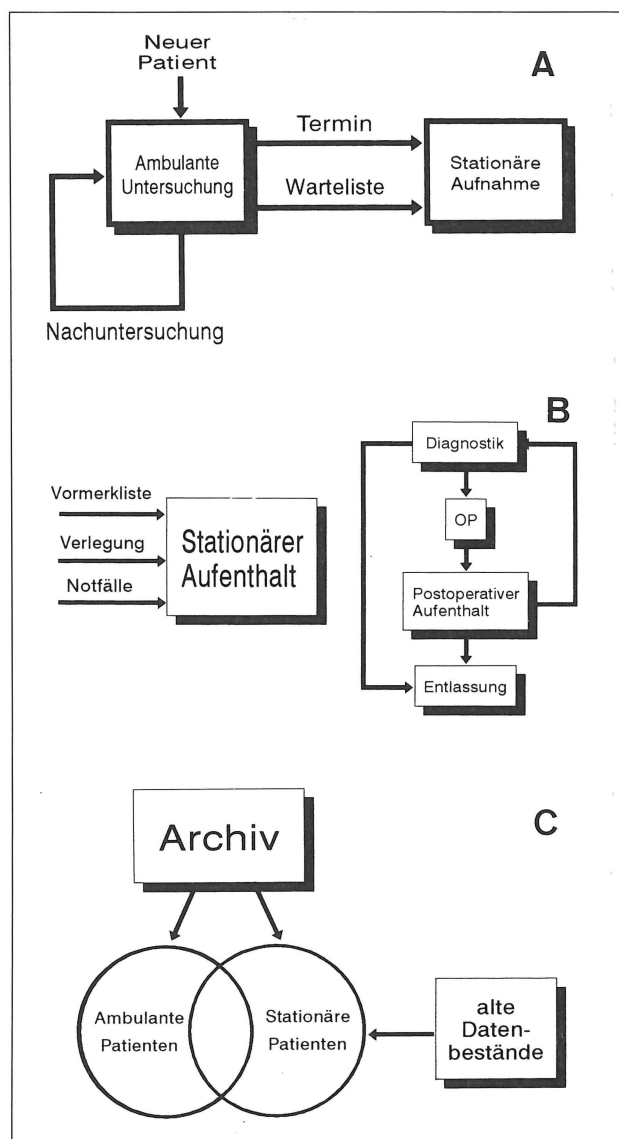


Abbildung 3: Arbeitsabläufe im ambulanten (3A) und stationären Bereich (3B), sowie im Archiv (3C)

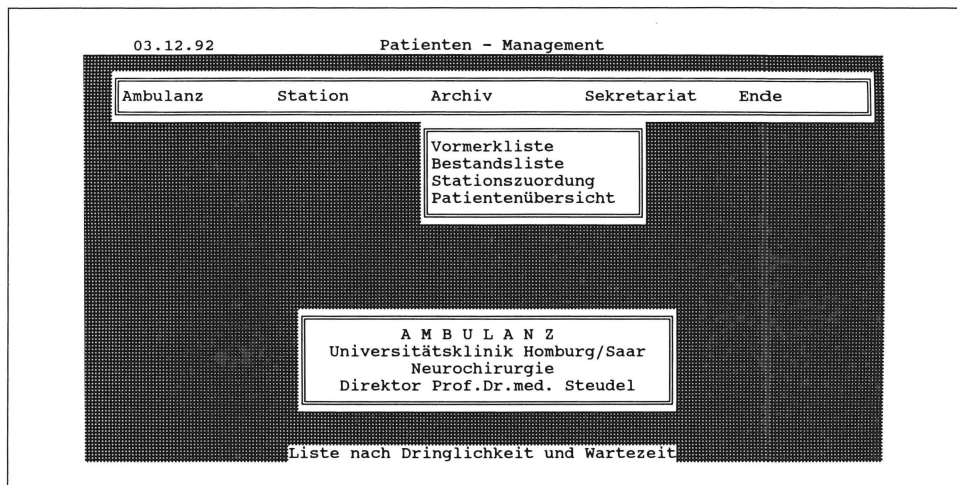


Abbildung 4: Startmenü des Patienten-Management-Programms mit Auswahlmenü ‚ARCHIV‘

unterscheiden, ob ein Brief gänzlich neu erstellt oder verbessert werden muß. Im letzteren Fall kann selektiv ein Verzeichnis bereits geschriebener, aber noch nicht archivierter Textelemente aufgerufen werden. Nach Beendigung von Korrekturen wird der Brief endgültig archiviert. Er wird hierzu in ein Verzeichnis mit eingeschränkten Rechten kopiert und ist somit nachträglichen Veränderungen entzogen. Alle zu einem Patienten gehörigen Textelemente können unter dem Unterpunkt Archiv aufgelistet, eingesehen und ausgedruckt werden. Eine nachträgliche Veränderung ist jedoch nur dem Netzwerk-Supervisor möglich.

ambulante Aufnahme: Neuzugang

Amb-Nr.: A-1526-92 Datum: 03.12.92

Patientenangaben:	
Anrede: Herr	
Name: Muster	
Vorname: Martin	Geburtsdatum: 12.12.12
Strasse:	
PLZ:	Wohnort:
Telefon :	

Kasse:		Selbstversichert:
Kassen-Nr.:		
Beruf:		Unfall:
Hausarzt:		Kopien:
Klinikerarzt:		Vorgemerkt: Stufe: 0

Bild auf/Bild ab = vor/zurück F3 = Etikette drucken F2 = Daten einlesen

Abbildung 5: Eingabemaske für die Ambulanzdatenbank.

Diskussion

Computer werden im Krankenhaus für ganz unterschiedliche Aufgaben eingesetzt (SAUER et al. 1991 – Informationsdatenbank für bestimmte Krankheitsgruppen, SCHWERDTFEGER 1991 – Meßwerterfassung und Biosignalverarbeitung, TAKIZAWA et al. 1991 – Bildverarbeitung). Die heute relativ preisgünstige Vernetzung der einzelnen Arbeitsplätze erlaubt, umfassende Lösungen zu entwickeln (CHAPMAN et al. 1991, GLASER et al. 1991, HAMMOND et al. 1991). Um derartige Systeme optimal zu nutzen, ist jedoch eine breite Akzeptanz der installierten Programme bei den Nutzern notwendig. Dies trifft im allgemeinen auf Schwierigkeiten, wenn mit der Einführung der EDV Änderungen der Arbeitsabläufe notwendig sind. Andererseits ist eine größere Effizienz manchmal nicht ohne organisatorische Umstellung zu erreichen. Die Einführung kompletter Software-Lösungen scheitert oft daran, daß entweder zu schnell und zu rasch in den gewohnten Klinikablauf eingegriffen werden muß, oder das System wird nur einmal – am Anfang – den vorliegenden Bedingungen angepaßt und ist somit in seinem Nutzen limitiert.

In der Neurochirurgischen Universitätsklinik Homburg/Saar führen wir deshalb einen schrittweisen, modularen Ausbau der EDV-Installation durch. Anfänglich steht die Anpassung an vorhandene Strukturen unter Einbindung der Nutzer. Gleichzeitig muß aber bereits eine Arbeitserleichterung aus dem EDV-Einsatz resultieren, denn zusammen mit einer benutzerfreundlichen Oberfläche wird so Vertrauen in die neue Technologie geschaffen. Neue Funktionen lassen sich dann durch Einbinden neuer Module (siehe unten) realisieren. Überholungsbedürftige Module können ausgetauscht werden. Mit dem jetzigen, noch relativ bescheidenen Ausbau ist es aber immerhin gelungen, die Zeitspanne, bis Befundberichte (Ambulanzbriefe, stationäre Berichte, OP-Berichte usw.) erstellt werden, wesentlich zu verkürzen. Die Steigerung der Leistungsfähigkeit des Sekretariats ist damit aber ausgeschöpft, eine weitere Verbesserung bedarf jetzt einer geänderten Strategie der Befunderstellung. Hierzu gehört z. B. die standardisierte Befunderhebung bei bestimmten Krankheitsbildern und die fortlaufende Dokumentation während des Krankenhausaufenthaltes, aus der automatisch ein Bericht extrahiert werden kann.

Es bietet sich an, diese Aspekte mit der Qualitätskontrolle und der Erleichterung wissenschaftlicher Arbeiten zu kombinieren. Leider müssen hierzu noch die Grundlagen erarbeitet werden, Diagnoseverschlüsselung, standardisierte Befunderhebung und Therapieschlüssel in eine adäquate Form zu bringen. Die bisherigen Schlüssel, z. B. die ICD, sind oft nicht relevant oder eindeutig oder hinken den medizinischen Erkenntnissen weit hinterher. Sie werden daher in vielen Kliniken durch eigene, flexiblere, aber regional beschränkte Lösungen ersetzt. Eine intelligente, lernfähige Variante, die Querverweise zu den offiziellen Schlüsseln beinhaltet, ist als Zusatzmodul für unser Programm in Vorbereitung. Mit ihr lassen sich durchaus die Mängel und die Mehrdeutigkeiten der Schlüssel erfassen und ohne großen Aufwand die Grundlagen für eine Überarbeitung schaffen.

Literatur

- CHAPMAN, R. H., REILEY, P., MCKINNEY, J., TOOMEY, B., POWERS, E. and MCCAUSLAND, M. (1991): Implementation of a local area network for nursing management. *Proc. Annu. Symp. Comput. Appl. Med. Care* 1991, 119–123.
- GLASER, J. P., BECKLEY, R. F., ROBERTS, P., MARRA, J. K., HILTZ, F. L. and HURLEY, J. (1991): A very large PC LAN as the basis for a hospital information system. *J. Med. Syst.* 15, 133–137.

- HAMMOND, J. E., BERGER, R. G., CAREY, T. S., RUTLEDGE, R., CLEVELAND, T. J., KICHAK, J. P. and AYSCUE, C. F. (1991): The Physician's Workstation: an example of end user integration of information systems. *Proc. Annu. Symp. Comput. Appl. Med. Care* 1991, 970–972.
- SAUER, J., FRAUNHOFER, S. und von SOMMOGGY, S. (1991): EDV-Datenbank für Gefäßchirurgie als Mehrplatzsystem im Netzverbund. *Vasa Suppl.* 33, 304–305.
- SCHWERTDFEGER, K. (1991) An automatic peak detection and evaluation program for somatosensory evoked potential (SSEP) monitoring. In J. Schramm, A. R. Möller (Eds.). *Intraoperative neurophysiologic monitoring in neurosurgery*. Springer Verlag Berlin–Heidelberg, 28–37.
- TAKIZAWA, M., SONE, S., IMAI, S., SAKAI, F., IMAI, Y. and MARAYAMA, A. (1991): Practical mini-PACS based on a hybrid video and digital network. *Comput. Methods Programs Biomed.* 36, 119–124.

Anschrift des ersten Verfassers: Dr. K. Schwerdtfeger, Neurochirurgische Klinik der Universität des Saarlandes, D-6650 Homburg/Saar.

Beschleunigte Befund- und Behandlungs-Datenerfassung sowie Arztbrieferstellung in der Neurochirurgie mit Hilfe einer relationalen Datenbank

Accelerated Neurosurgical Treatment-Data-Collecting and Report Generation with a relational Database

U. März, C. Hamburger, U. H. Wiese

Kurztitel:

Beschleunigte Arztbriefschreibung

Short title:

Accelerated Report Generation

Schlüsselwörter:

Automatisierte Arztbrieferstellung, standardisierte Befunderfassung in der Neurochirurgie

Key words:

automating patient reports, standarized data aquisition of neurosurgical findings

Zusammenfassung

Unter Einsatz einer programmierbaren, netzwerkfähigen, relationalen Datenbank wurde an unserer Poliklinik ein Konzept zur beschleunigten Arztbrieferstellung entwickelt, das gleichzeitig der standardisierten Datenerfassung und -auswertung dienen soll. Dieses Konzept beinhaltet einen strukturierten Aufnahmebogen und eine Datenbankanwendung, die einerseits eine möglichst bediener-freundliche, vollständige und fehlerfreie Dateneingabe gewährleisten, andererseits die automatische Umsetzung in einen individuellen Arztbrief ermöglichen soll. Die beim Patienten erhobene Anamnese, die Befunde, die Diagnose und die therapeutischen Maßnahmen werden zunächst während der Untersuchung auf einem strukturierten Aufnahmebogen mit abgestuftem ankreuzbarem Bewertungsschema dokumentiert und danach über auf dem Bildschirm anklickbare Auswahllisten in die Datenbank übertragen. Nach Abschluß der Dateneingabe generiert der Rechner einen individuellen

Arztbrief durch Kombination von Syntaxelementen, Daten und Textbausteinen. Dieser Brief wird danach in ein Textverarbeitungsprogramm überführt und kann bei Bedarf noch mit Freitext ergänzt werden.

Die Zeit für die Arztbrieferstellung kann dadurch deutlich verkürzt werden. Darüberhinaus wird durch die Verwendung einer Datenbank und einer standardisierten Datenerhebung ohne Mehraufwand ein statistisch und wissenschaftlich auswertbarer Datenpool geschaffen.

Summary

By using a programmable relational database we developed a concept of accelerating the writing of patients-records in our neurosurgical ambulance station in combination with a standardized procedure for data acquisition and evaluation. The concept consists of a structured documentation form and a user-oriented database with routines, which control the correct and complete data entry, and an interactive report generator. History, findings, diagnosis and treatment are marked on a form and easily entered into the database by choosing items in lists on the screen similar to those on the form. When the data record is accepted, the program automatically generates a natural language report by combining data with text fragments under individual relations. The time for generating a report is reduced by the system. In addition to using a data base system instead of a text-processing system and by standardization of data entry a datapool for statistical and scientific use is assembled without requiring further time.

1. Einleitung

Mit der zunehmenden Technisierung aber auch aus forensischen Gründen nehmen in der Medizin die Anforderungen an die Befunddokumentation und an die Informationsübermittlung von Jahr zu Jahr zu. Das medizinische Personal wird damit in verstärktem Maße mit Dokumentationsaufgaben belastet. Daneben ist es für jeden verantwortungsbewußten Kliniker wichtig, einen genauen Überblick über die Qualität der geleisteten Arbeit zu bekommen. Zu einer optimalen Patientenversorgung und zur Ökonomisierung der ärztlichen Tätigkeit ist es deshalb wichtig, Dokumentation und Qualitätssicherung zu verknüpfen. Dabei treten grundlegende Probleme auf. Um Behandlungsdaten statistisch auswerten zu können, bedarf es neben der Vollständigkeit einer Standardisierung und Strukturierung der Daten. Dies bereitet aber bei der Komplexität medizinischer Sachverhalte Schwierigkeiten. Einzelne Untersuchungsergebnisse gewinnen oft erst im Zusammenhang mit anderen Befunden und in Verbindung mit Zeitabläufen Bedeutung für die Behandlung. Daneben ist die Methodik und die Vollständigkeit der Dokumentation meist von der Individualität des behandelnden Arztes abhängig, ganz abgesehen davon, daß in vielen Bereichen der Medizin eine uneinheitliche Terminologie die Standardisierung verhindert. Internationale Nomenklaturen wie SNOMED (COTE, 1982), „International Classification of Diseases“ (ICD) oder „Medical Subject Headings“ (MeSH) können sich nur schwer durchsetzen. Vor allem liegt aber die große Mehrheit der für die wissenschaftliche Auswertung relevanten Daten in Form von unstrukturierten Textdokumenten vor, die trotz Einsatz ausgefeilter automatischer Reportgeneratoren auf der Grundlage von Textverarbeitungssystemen, die die Erstellung der Dokumente beschleunigen (TANNER, 1992), nochmals mühsam nachbereitet werden müssen, um sie einer Datenverarbeitung zuzuführen.

Einen Ausweg aus diesem Dilemma scheint das „natural language processing“ zu zeigen, mit dem versucht wird, die natürliche Sprache des Arztes in Daten zu übersetzen, die von einem Computer sinnvoll verwaltet werden können (SCHERRER et al., 1989). Dabei werden die einzelnen Sätze des eingegebenen Textes grammatikalisch analysiert, in ihre

Informationseinheiten zerlegt und mit Referenzinformationen, die in relationalen Tabellen vorliegen, verglichen und in einer Datenbank verwaltet (SAGER et al., 1992). Vereinzelte Anwendungen dieser Methode existieren als Prototypen für eng begrenzte Gebiete, wie zum Beispiel für die Nachsorge von Schilddrüsen-Carzinom-Patienten (ZWEIGENBAUM und CAVAZZA, 1990). Die meisten Projekte dieser Art befinden sich jedoch noch im experimentellen Stadium. Probleme der Erkennung und Bewertung von Syntax und Semantik, vor allem in deutschen Texten, sind noch nicht gelöst.

Als zweitbeste Lösung erscheint der umgekehrte Weg gangbar, nämlich die automatisierte Erstellung von Arztbriefen aus strukturierten Daten. Auch hier gibt es schon vereinzelt Lösungen für spezielle Fragestellungen (SCHNEIDER, 1989; PLUTA, 1990).

2. Methode

In der Neurochirurgischen Poliklinik wurde als Teil eines elektronischen Patientendaten-Verwaltungs Systems ein Konzept zur beschleunigten Arztbriefschreibung erstellt, das gleichzeitig der standardisierten Erfassung und Auswertung von Befund- und Behandlungsdaten dienen soll. Dieses Konzept beinhaltet einen strukturierten Aufnahmebogen und ein Computerprogramm, das einerseits eine möglichst bedienerfreundliche und fehlerfreie Dateneingabe gewährleisten, andererseits die Umsetzung der Daten ohne großen Aufwand in einen individuellen Arztbrief ermöglichen soll.

Zunächst wurde ein strukturierter Aufnahmebogen entwickelt, auf dem neben den Patientenstammdaten Anamnese, Befund, apparative Diagnostik und abschließend die weitere Behandlung dokumentiert werden (Abbildung 1a und 1b). Um eine standardisierte und vollständige Erfassung zu gewährleisten, wurde eine eindeutige, eingeführte Terminologie (MUMENTHALER, 1983) verwendet, und ein einheitlicher Untersuchungsablauf festgelegt. Zur Anamneseerhebung muß eine Tabelle von Symptomen in Abhängigkeit von Zeitabläufen und ggf. relevanten Ereignissen wie Verletzungen oder Vorerkrankungen abgefragt werden. Daneben werden bisherige Therapiemaßnahmen und deren Verlauf vermerkt. Die Dokumentation der klinischen Untersuchung erfolgt durch Ankreuzen der erhobenen Befunde in einer vorgegebenen Liste mit abgestuftem Bewertungsschema (Abbildung 1b). Auch die relevanten Ergebnisse der bisher durchgeführten apparativen Diagnostik werden in einer Ankreuzliste vermerkt und ihre Lokalisation in Kurzform angegeben. Abschließend wird das weitere Procedere vermerkt und mit einer Begründung und Zeitangaben versehen. Bei Patienten, die zu Kontrolluntersuchungen erscheinen wird zusätzlich eine Bewertung des Verlaufs vermerkt.

Nach Abschluß der Patientenuntersuchung wird der Bogen sofort an die Dokumentationsassistentin weitergegeben, die die Angaben auf dem Bogen über ein von unserer Klinik entwickeltes Programm in eine Datenbank auf einem Personal Computer (Apple Macintosh II ci) überträgt. Die Dateneingabe erfolgt in den meisten Fällen nicht durch das Eintippen von Freitext, sondern es werden Werte in Auswahllisten auf den Bildschirm mit der Maus angeklickt, die den Angaben auf dem Bogen entsprechen. Erleichtert wird dies durch eine dem Dokumentationsbogen angepaßte graphische Bildschirmoberfläche. Soweit wie möglich werden die Daten bei der Eingabe einer Validitätsprüfung unterzogen. Bei fehlerhaften oder fehlenden Eingaben wird die Speicherung des Datensatzes abgelehnt.

Nach Abschluß der Dateneingabe generiert der Rechner einen vorläufigen Arztbrief mit einem individuellen Text. Dies geschieht dadurch, daß vom Programm die in relationalen Tabellen gespeicherten Daten, in Abhängigkeit von ihren Werten, untereinander und mit Satzfragmenten und Textbausteinen, die ebenfalls in relationalen Tabellen oder als Textvariable vorliegen, kombiniert und auf den Bildschirm in Briefform dargestellt werden (Abbildung 2). Dieser „Brief“ wird danach in die Datenbank integriertes

Ludwig-Maximilians-Universität München
Klinikum Großhadern

Neurochirurgische Klinik Direktor: Prof. Dr. H.-J. Reulen



Wirbelsäulen-Dokumentation

Patientenaufkleber
Rainer Beispiel 2.2.22

Datum der Aufnahme: 15.10.92

Beruf: Automechaniker

Aufnahmearzt: März

DIAGNOSE:lumbale Discushernie LWK 5 /SWK 1 rechts

Visite

☐ postop. Kontrolle ☒ Neu ☐ Wiedervorstellung
☐ beschwerdefrei ☐ schmerzfrei ☐ gebessert ☐ unverändert ☐ schlechter

Anamnese:

seit (Datum) (z.B. 1/3/90)	Ereignis (Sturz, Verheben etc.)	Klinik	Seite li./re.	Lokali- sation	akut	rezid. chron	progr.	rüchl.	weg
1.5.89	Belastung	Lumbalgien							
20.9.92	Verheben	Ischialgien	<input checked="" type="checkbox"/>			<input checked="" type="checkbox"/>			
		Nackenschmerzen							
		Cervikobrachialgien							
		Parästhesien							
1.10.92		Sensibil.-Störungen	<input checked="" type="checkbox"/>	lat. Fußrand					
5.10.92		Paresen	<input checked="" type="checkbox"/>	Fußsenker			<input checked="" type="checkbox"/>		
		Muskelkrämpfe							
		Gangstörung							
		Schreibstörung							
		Blasenstörung							
		Besserung							
		Schmerzfreiheit							
		Beschwerdefreiheit							
		arbeitsfähig							

Voroperationen (Datum/Art)

.....

kons. Therapie : ☐ nein ☒ ja ☐ stationär ☒ ambulant

Besserung : ☒ keine ☐ vorüberg. ☐ weitere ☐ dauerhafte

Befunde:

Beweglichkeit: HWS: normal fixiert Muskelhartspann
LWS: normal fixiert Muskelhartspann
Schober .10/ 12.....cm FBA 30..... cm

Schmerz: HWS LWS Ileosakral Hüfte
radikulär pseudoradikulär Klopfschmerz Myalgien Tendinosen unklar
Schmerzauslösung: liegen sitzen stehen gehen Torsion Husten Pressen
Schmerzlinderung: liegen sitzen stehen gehen Schonhaltung Stufenbett

Abbildung 1 (a und b): Dokumentationsbogen mit Markierung der erhobenen Befunde

		links						rechts									
Lasegbe:	ungekreuzt <u>gekreuzt</u> negativ							<u>ungekreuzt</u> gekreuzt negativ	20°								
Atrophie:		Umfangsdif.(cm) Meßort							Umfangsdif.(cm) Meßort								
	Schultergürtel								Schultergürtel								
	Oberarm								Oberarm								
	Unterarm								Unterarm								
	Handmuskeln								Handmuskeln								
	Oberschenkel								Oberschenkel								
	Unterschenkel								Unterschenkel								
Motorik:																	
(Parese)	Deltoides	O.B.	4/5	3/5	2/5	1/5	Plegie		O.B.	4/5	3/5	2/5	1/5	Plegie			
	Biceps	O.B.	4/5	3/5	2/5	1/5	Plegie		O.B.	4/5	3/5	2/5	1/5	Plegie			
	Triceps	O.B.	4/5	3/5	2/5	1/5	Plegie		O.B.	4/5	3/5	2/5	1/5	Plegie			
	Fingerbeuger	O.B.	4/5	3/5	2/5	1/5	Plegie		O.B.	4/5	3/5	2/5	1/5	Plegie			
	Fingerstrecke	O.B.	4/5	3/5	2/5	1/5	Plegie		O.B.	4/5	3/5	2/5	1/5	Plegie			
	Fingerbeuger	O.B.	4/5	3/5	2/5	1/5	Plegie		O.B.	4/5	3/5	2/5	1/5	Plegie			
	kl. Handmuskeln	O.B.	4/5	3/5	2/5	1/5	Plegie		O.B.	4/5	3/5	2/5	1/5	Plegie			
	Quadrizeps	O.B.	4/5	3/5	2/5	1/5	Plegie		O.B.	4/5	3/5	2/5	1/5	Plegie			
	Fußheber	O.B.	4/5	3/5	2/5	1/5	Plegie		O.B.	4/5	3/5	2/5	1/5	Plegie			
	Großzehenerheber	O.B.	4/5	3/5	2/5	1/5	Plegie		O.B.	4/5	3/5	2/5	1/5	Plegie			
	Fußsenker	O.B.	4/5	3/5	2/5	1/5	Plegie		O.B.	4/5	3/5	2/5	1/5	Plegie			
	.....	O.B.	4/5	3/5	2/5	1/5	Plegie		O.B.	4/5	3/5	2/5	1/5	Plegie			
Sensibilität:	S.1	dist.	prox.	ges.	Hyp	Anä	Par	Hypal	Analg	dist.	prox.	ges.	Hyp	Anä	Par	Hypal	Analg
	.....	dist.	prox.	ges.	Hyp	Anä	Par	Hypal	Analg	dist.	prox.	ges.	Hyp	Anä	Par	Hypal	Analg
	.....	dist.	prox.	ges.	Hyp	Anä	Par	Hypal	Analg	dist.	prox.	ges.	Hyp	Anä	Par	Hypal	Analg
	.....	dist.	prox.	ges.	Hyp	Anä	Par	Hypal	Analg	dist.	prox.	ges.	Hyp	Anä	Par	Hypal	Analg
MER:		verstärkt	normal	vermind.						verstärkt	normal	vermind.					
	BSR	+++	++	+	-	0				+++	++	+	-	0			
	TSR	+++	++	+	-	0				+++	++	+	-	0			
	PSR	+++	++	+	-	0				+++	++	+	-	0			
	ASR	+++	++	+	-	0				+++	++	+	-	0			
	TPR	+++	++	+	-	0				+++	++	+	-	0			
path. Reflexe:	Babinski	pos		neg						pos		neg					
	Oppenheimer	pos		neg						pos		neg					
	Trömmner	pos		neg						pos		neg					
	Knips	pos		neg						pos		neg					
Lange Bahnen:		Niveau								Niveau							
	Temperatur			OB	-	0							OB	-	0		
	Lage			OB	-	0							OB	-	0		
	Zahlen			OB	-	0							OB	-	0		
	Schreiben			OB	-	0							OB	-	0		
	spin. Ataxie			OB	-	0							OB	-	0		
Blasenfunktion:		OB		verlangsamt								Restharn	.....	(ml)			
Röntgen nativ:	OB	degen.	Steilstellg.	Listhesis	Instabilität	ZWR-Verschm						Lokalisation					
Myelographie:	OB	Spin.Sten.	BSP	Listhesis	KM-Stopp												
CT:	OB	Spin.Sten.	BSP	Listhesis	Tumor	Blut	LWK 5 /SWK 1	rechts nach cranial									
NMR:	OB	Spin.Sten.	BSP	Listhesis	Tumor	Blut											
EMG:	keines																
SSEP:																	
Procedere:	<input type="checkbox"/> Unauffälliger Verlauf	<input type="checkbox"/> WV Kontrolle	<input type="checkbox"/> WV Diagnostik	<input checked="" type="checkbox"/> OP	<input type="checkbox"/> konservativ												
Begründung :	Aufnahme Station H 9 wg Parese																
	Befunde klar																
	WV am wg.....																
	OP bis 20.10..... wg....Parese																
	kein OP wg.....																
	Behandlung beendet																

LUDWIG-MAXIMILIANS-UNIVERSITÄT MÜNCHEN KLINIKUM GROSSHADERN



Neurochirurgische Klinik und Poliklinik Direktor: Prof. Dr. H.-J. Reulen

8 München 70, den 2.12.1992
Marchioninstr. 15
Telefon: 7095-1
Durchwahl 7095-3550

Herrn
Dr. med. H. Müller
Orthopäde

Sonnenstr. 2
8000 München

Sehr geehrter Herr Kollege,

besten Dank für die freundliche Überweisung Ihres Patienten, **Rainer BEISPIEL**, geboren am 02.02.22, der sich am 15.10.92 in unserer Wirbelsäulensprechstunde vorstellte.

Diagnose: Lumbale Discushernie LWK 5/SWK 1 rechts

Zur Anamnese ist zu berichten, daß bei Herrn BEISPIEL, von Beruf Automechaniker, seit 1.5.89 nach Belastung rezidivierende Lumbalgien bestanden. Nach Verheben am 20.9.1992 traten progrediente Lumboischialgien rechts auf. Ab ca. 1.10.1992 bestanden Sensibilitätsstörungen lat. Fußrand rechts. Seit ca 5.10.92 kam es zu einer progredienten Fußsenkerschwäche rechts. Eine ambulante Physiotherapie erbrachte keine Besserung.

Bei der Untersuchung am 15.10.92 wurden radikuläre Schmerzen im Bereich der LWS angegeben. Die Beweglichkeit der LWS war fixiert mit einem Fingerbodenabstand von 30 cm und einem Schober von 10/12.

Das Laségue'sche Zeichen war rechts ungekreuzt pos. bei 20 °, links negativ. Motorisch fand sich ein Fußsenker-Parese (4/5) rechts. Sensibel zeigte sich eine Hypästhesie entsprechend dem Dermatom S 1 rechts distal. Bei der Untersuchung der Muskeleigenreflexe zeigte sich ein fehlender ASR rechts, ein abgeschwächter PSR rechts, . Pathologische Reflexe waren nicht auslösbar.

Die Diskrimination für Schmerz und Temperatur, der Lagesinn und das Vibrationsempfinden waren nicht eingeschränkt. Die Blasenfunktion war unauffällig.

Die Röntgenübersichtsaufnahmen zeigten eine ZWR-Verschmälerung LWK 5/ SWK 1. Computertomographisch zeigte sich eine Diskushernie LWK 5 / SWK 1 rechts mit cranialer Sequestrierung.

Bei der zunehmenden Parese, der konservativ therapieresistenten Beschwerdesymptomatik und dem eindeutigen radiologischen Befund sehen wir eine Indikation zur Operation gegeben. Wir vereinbarten mit dem Patienten einen stationären Aufnahmetermin für den 20.10.92 auf Station H 9.

Mit freundlichen, kollegialen Grüßen

Dr. U. März
(Assistent der Klinik)

Dr. Ch. Hamburger
(Oberarzt der Klinik)

Abbildung 2: automatischer Arztbrief aus den Angaben auf dem Dokumentationsbogen (Abbildung 1a und 1b) **ohne** zusätzliche Freitexteingabe.

Textverarbeitungsprogramm überführt und kann bei Bedarf noch verbessert oder mit Freitexteingaben ergänzt werden.

Nach Kontrolle und Unterschrift durch den behandelnden Arzt wird der Brief dem Patienten für den Hausarzt ausgehändigt.

Verwendung findet die programmierbare, relationale Datenbank „4th. Dimension“ (ACI, Paris). Diese Datenbank eignet sich für die Aufgabenstellung aus mehreren Gründen. Sie besitzt eine strukturierte Programmiersprache, die das Erstellen individueller Datenbank Anwendungen sehr erleichtert. Daneben ist sie mit einem Layouteditor ausgestattet, wodurch Anwender-angepaßte graphische Benutzeroberflächen zur Dateneingabe oder Formulare für die Datenausgabe in kurzer Zeit erstellt werden können. Desweiteren werden sehr komfortable Datenmanagerfunktionen bereitgestellt. Die Datenbank ist netzwerkfähig und kann z. B. über SQL („Standard Query Language“) eine Schnittstelle zu Großrechnern bereitstellen.

3. Ergebnisse

Das Programm ist in einer Pilotphase seit April 1992 im Bereich der Wirbelsäulensprechstunde der Neurochirurgischen Poliklinik im Einsatz und wird laufend den Erfordernissen angepaßt. Derzeit können damit ca. 75% der in dieser Sprechstunde anfallenden Ambulanzbriefe ohne Informationsverlust im Vergleich zu diktierten Briefen erstellt werden. Die übrigen Briefe werden noch diktiert, die Daten aber zusätzlich in der Datenbank erfaßt. Die Zeit für die Arztbrieferstellung konnte deutlich verkürzt werden und beträgt in der Regel nicht länger als 10 Minuten pro Brief. Der organisatorische Ablauf der Sprechstunde und der Informationsfluß konnte ebenfalls verbessert werden, da die Patienten einen ausführlichen Arztbrief für den weiterbehandelnden Arzt am Besuchstag mitnehmen können. Die ambulante Krankenakte wird in der Regel noch am selben Tag abgeschlossen und die gespeicherten Patienten-Daten stehen sofort, ohne langwieriges Aktenstudium, für organisatorische, therapeutische und wissenschaftliche Zwecke zur Verfügung. Sie können auch von anderen Dateien, z. B. zur OP-Berichterstellung, abgerufen werden.

4. Diskussion

Die Einführung dieses Systems ist zunächst mit einer Veränderung der Organisation der Arztbriefschreibung verbunden. Ärzte müssen sich daran gewöhnen, nicht mehr in freier Form, sondern anhand eines Formulars die Patientenuntersuchung zu dokumentieren. Dafür fallen die sonst meist später durchgeführte erneute Aktendurchsicht zur Erstellung eines Diktats und das Diktat selbst weg. Die Sekretärin wiederum steht vor der zunächst ungewohnten Situation, nicht nach Diktat in ein Textprogramm zu schreiben, sondern mit der Maus durch Anklicken ein Formular auf den Bildschirm übertragen zu müssen. Dafür sinkt allerdings der Zeitaufwand pro Brief. Für alle Beteiligten gewöhnungsbedürftig ist die reduzierte Ausdrucksfähigkeit der automatischen Sprache im Vergleich zum individuellen Diktat, vor allem in den Textpassagen, die sich mit der Anamnese befassen. Das liegt daran, daß die Sprache aus Fragmenten zusammengesetzt wird und nicht, wie im „Conceptual Graphs Model“ von SOWA (1984) und dessen Weiterführung durch BERNAUER (1991), synthetisiert wird.

Dafür verlangt das hier vorgestellte Konzept eine geringere Pflege und ist leichter exportierbar. Den normalen Ansprüchen genügt der Textgenerator, bei Patienten mit sehr langwieriger und wechselvoller Anamnese kann aber noch nicht auf das Diktat verzichtet werden. Durch die Möglichkeit, den automatischen Arztbrief im Textverar-

beitungsprogramm noch durch Freitexteingaben zu ergänzen und durch die Verwendung anwenderspezifischer Formulierungen in den Textbausteinen trägt das System der Individualität der Briefe aber so weit wie möglich Rechnung. Durch eine vergrößerte Variabilität der Textfragmenttabellen kann noch eine sprachliche Verbesserung erfolgen. Die Vorteile des neuen Arztbriefkonzepts liegen auf dem Gebiet der Datenauswertung. Durch den strukturierten Dokumentationsbogen, der die Terminologie und den Untersuchungs-Ablauf festlegt, wird in Verbindung mit der Dateneingabe über festgelegte Auswahllisten, die Schreibfehler ausschließen, die Vollständigkeit und Richtigkeit der Datenerfassung gewährleistet. Beim Korrekturlesen des Arztbriefes durch den behandelnden Arzt erfolgt automatisch nochmals eine Kontrolle und ggf. Korrektur der gespeicherten Daten. Die Dateneingabe ist daher auch nicht von medizinisch ausgebildetem Personal abhängig.

Mit dem hier vorgestellten Konzept ist es uns gelungen, innerhalb kurzer Zeit eine standardisierte Befund- und Therapie-Datenbank mit leicht exportierbaren Daten aufzubauen, die eine beschleunigte statistische und wissenschaftliche Auswertbarkeit der Behandlungsdaten und Therapiekontrolle erlaubt, und damit auch eine Teilnahme an interdisziplinären oder multizentrischen Studien ermöglicht. Gleichzeitig trägt es zu einer Arbeitserleichterung bei der Dokumentation in der Routine bei. Dieses System ist, in Bezug auf sprachlichen Ausdruck der Brieftexte, noch verbesserungswürdig, kann aber, da nur die Tabellen ausgetauscht werden müssen, in allen Bereichen der Klinik effektiv zur Befunddokumentation und zum Informationsaustausch eingesetzt werden.

Eine Ausweitung des Systems auf die anderen Spezialsprechstunden und den stationären Bereich ist nach Abschluß der Pilotphase und Entwicklung entsprechender Dokumentationsstandards vorgesehen.

Literatur

- BERNAUER, J., GUMRICH, K., KUTZ, S., LINDNER, P., PRETSCHNER, D.P. (1991). An interactive report generator for bone scan studies. *Proc. Ann. Symp. Comp. Appl. Med Care*, 1991: 858–60.
- COTE, R.A., (Hrsg) (1982): *SNOMED the systematized Nomenclature of Medicine*, College of American Pathologists, Skokie IL.
- International Classification of Diseases, 9th. revision (1987), World Health Organisation, Genf.
- Medical Subject Headings (1986), National Library of Medicine, Bethesda Maryland.
- MUMENTHALER M., (1983): *Neurologische Differentialdiagnostik, Syndrome und Leitsymptome*, 2. Aufl., Georg Thieme Verlag, Stuttgart.
- PLUTA M. (1990): Gynäkologisches-Dokumentations-System zur Erleichterung der Dokumentation und Qualitätskontrolle, *Software Kurier* 3: 1–13.
- SAGER, N., LYMAN, M., NHAN, N. T., TICK, L. J., BORST, F. and SCHERRER, J.-R. (1992): Clinical knowledge bases from natural language patient documents. In: Lun, Degoulet, Piemme, Rienhoff (Hrsg) (1992): *Medinfo* 92, 1375–1381. North Holland, Amsterdam.
- SCHNEIDER, A. W., CONRAD, S., HILDEBRANDT, W., OTTO, U. (1989): Einsatz der EDV in der Tumornachsorge – ein Programmpaket zur Datenerfassung und Auswertung von onkologischen Sprechstunden, *Software Kurier* 2: 87–93.
- SOWIA, J.F. (1984): *Conceptual structures: Information processing in mind and machine*. Addison-Wesley, Reading, MA.
- SCHERRER, J.-R., COTE, R. A. and MANDIL, S. (Hrsg) (1989): *Computerized natural language processing for knowledge representation*. North Holland, Amsterdam.
- TANNER, B. A., (1992): Automating reports with Microsoft Word, *MD. Comput.* 9(2): 108–13.
- ZWEIGENBAUM, P. and CAVAZZA M. (1990): Deep sentence understanding in a restricted domain, in *Proc 13th. COLING*, 82–84, Helsinki.

Anschrift des ersten Verfassers: Dr. Ulrich März, Neurochirurgische Klinik und Poliklinik der LMU München, Klinikum Großhadern, Marchioninistr. 15, D-8000 München 40,

OP-Register und Arztbriefschreibung mit MDVS

Operation register and discharge summary with MDVS

R. Sawinski¹, J. Hampl², R. Werner¹, J. Winkler², A. Winter¹, R. Haux¹, St. Kunze²

Kurztitel:

OP-Register und Arztbriefschreibung mit MDVS

Short title:

MDVS: Operation register and discharge summary

Schlüsselwörter:

Arztbriefschreibung, Medizinisches Register, Operationsbericht, Kommunikation, Arbeitsplatzrechnernetz

Keywords:

Medical report writing, medical register, operation report, communication, PC-network

Zusammenfassung

MDVS ist ein Produkt der Medizinischen Informatik des Klinikums der Universität Heidelberg. Es wurde konzipiert, um patienten-, verlaufs- und maßnahmenbezogene Dokumentation und Arztbriefschreibung zu unterstützen. MDVS wird seit Ende 1990 routinemäßig in mehreren Kliniken, z. B. in der Neurochirurgischen Klinik, auf vernetzten Arbeitsplatzrechnern eingesetzt. In der Neurochirurgischen Klinik werden Op-Bericht, Diagnosen- und Therapiedokumentation und Arztbriefschreibung unterstützt und parallel dazu entsprechende Register aufgebaut. Bei der Arztbriefschreibung werden aus den bereits vorhandenen Daten Briefe generiert, die mit gängigen Editoren weiterbearbeitet werden. Patientenaufnahmedaten werden über entsprechende Kommunikationsverbindungen automatisch integriert.

¹Medizinische Informatik, ²Neurochirurgische Klinik
Klinikum der Universität Heidelberg, Im Neuenheimer Feld 400, W-6900 Heidelberg

Summary

The medical document management system MDVS (Medizinisches Dokumentenverwaltungssystem) is a product of the medical informatics department of the university hospital of Heidelberg which supports medical documentation and the medical report. It runs on PC-networks and is in routine use in several clinics of the university hospital of Heidelberg since 1990. In the neurosurgery clinic operation reporting, discharge summary writing, operation, diagnosis and therapie register is supported. The discharge summary is generated as a text document from the available data. Though MDVS is integrated in the hospital information system, the patient admission, transfer and discharge data is automatically available.

1. Einleitung

Medizinische Dokumentation hat im Rahmen der Patientenversorgung die patientenbezogene *kasuistische Dokumentation* zum Gegenstand. Insbesondere in Universitätsklinikum soll sie aber auch gleichzeitig zum Zwecke der Forschung *standardisierte* Fachdokumentationen und Register aufbauen. Hierzu existieren seit geraumer Zeit rechnergestützte Verfahren, die häufig extrem anpassbar ([ELLSÄSSER, KÖHLER, WAGNER 1981]) und standardisiert sind. Dies gilt typischerweise für Fächer mit besonders hoher Bedeutung der Dokumentation für Forschung bzw. Qualitätssicherung. Komplementär dazu wurden Arbeitsplatzrechner mit Software-Produkten wie Textverarbeitungssystemen und Datenbankverwaltungssystemen zunehmend als autonome Minimallösungen zur Unterstützung der medizinischen Dokumentation eingesetzt. Oftmals geschah dies unabhängig vom Vordringen anderer DV-Verfahren wie etwa die Patientenverwaltung, Befundübermittlung oder Organisationsunterstützung in medizinischen Bereichen.

Die Integration solcher Verfahren auf Datenebene und auf der Benutzeroberfläche ([EHLERS, SCHILLINGS und PIETRZYK 1992], [VAN MULLIGEN et al. 1992], [ISELE et al. 1991]) kann als Aufgabe einer neuen Generation von Dokumentationssystemen angesehen werden und bedeutet zweifellos eine (weitere) Steigerung der Effizienz der kasuistischen Dokumentation. Gleichzeitig sollte aber auch der Aufbau klinischer Register unter Berücksichtigung biometrischer Aspekte unterstützt werden.

2. Problematik und Fragestellung

Zwei häufig anzutreffende Probleme der medizinischen Dokumentation liegen darin, daß wegen Personalknappheit Arztbriefe nur mit großer Verzögerung fertiggestellt werden können und daß für wissenschaftliche Fragestellungen nur unbefriedigendes Material zur Verfügung steht bzw. nochmal separat erfaßt werden muß. Auch die Verfügbarkeit der Krankenakten und insbesondere der (alten) Arztbriefe ist oftmals nicht ausreichend, z. B. aufgrund räumlicher Entfernungen innerhalb der Abteilungen bzw. zum Archiv. Mit Arbeitsplatzrechnern und Textverarbeitungssystemen kann zwar die Bearbeitung von Textdokumenten unterstützt werden, Probleme hinsichtlich Ablage, Wiederauffinden und Archivieren bleiben aber meist ungelöst. Die Patientendaten von zentralen Patientendatenverwaltungssystemen müssen nochmals erfaßt werden, wenn hierzu keine Kommunikationsverbindung bestehen.

Hieraus ergeben sich folgende Fragestellungen:

- (a) Wie kann die Medizinische Dokumentation hinsichtlich des Erstellens von Dokumenten und des Aufbaus klinischer Register unterstützt werden?
- (b) Wie kann die Verfügbarkeit medizinischer Dokumente erhöht werden?

- (c) Wie können vorhandene Investitionen für Schreibarbeitsplätze optimal genutzt werden?
- (d) Wie können die Daten der zentralen Patientendatenbank genutzt werden?

3. Methodik

Für eine in ein Klinikuminformationssystem eingebettete Lösung ist folgende Methodik anzuwenden:

(a) Integration der kasuistischen Dokumentation mit klinischen Registern

Während bei der kasuistischen Dokumentation für jeden Patienten individuell entschieden wird, welche seiner Merkmale festzuhalten sind [HAUX 1989], muß für Beobachtungs- und Strukturgleichheit eines Registers gewährleistet sein, daß die zum Register gehörenden Merkmale *vollständig* erfaßt sind und daß *alle* Patienten, auf die die Ein-/Ausschlußkriterien zutreffen, in das Register aufgenommen werden.

(b) Mehrfachzugriff auf patientenorientierte Dokumentenablage

Durch eine am Verlauf des jeweiligen Patienten orientierte Dokumentenablage kann jederzeit auf zurückliegende Arztbriefe zugegriffen werden, wodurch ein großer Teil der benötigten Dokumente bereits abgedeckt ist [KUHN et al. 1991]. Räumliche Distanzen können durch Mehrplatzlösungen wie vernetzte Arbeitsplatzrechner oder Abteilungssysteme überwunden werden.

(c) Integration der Textverarbeitung

Medizinische Dokumentationssysteme sind als offene Systeme zu konstruieren, sodaß vorhandene Lösungen wie Texteditoren zur Dokumentenbearbeitung genutzt werden können.

(d) Integration der Patientendatenbank

Es sind Kommunikationsschnittstellen zu schaffen, die Patientendaten übernehmen können. Auch die Weitergabe von medizinischen Daten bzw. Leistungsdaten an Basisdokumentation bzw. Verwaltung kann über solche Kommunikationsschnittstellen unterstützt werden.

4. Anwendungsbeispiel MDVS

MDVS ist ein Produkt der Medizinischen Informatik des Klinikums der Universität Heidelberg [SAWINSKI und WERNER 1991]. Es wurde konzipiert, um patienten-, verlaufs- und maßnahmenbezogene Dokumentation und Arztbriefschreibung zu unterstützen ([HAAS 1987], [DUJAT 1988], [SIGG 1989]). MDVS wird seit Ende 1990 routinemäßig in mehreren Kliniken, z. B. in der Neurochirurgischen Klinik [HAMPL et al. 1990], auf vernetzten Arbeitsplatzrechnern eingesetzt. MDVS ist ablauffähig auf Arbeitsplatzrechnern mit mindestens 286-Prozessoren und setzt eine Vernetzung (Net Ware) und eine Verbindung zum Zentralrechner des Klinikums (NATURAL CONNECTION) sowie das Vorhandensein des Texteditors (WORD ab Version 5) voraus. Daraus ergibt sich eine kostengünstige (mit Clipper entwickelte) Lösung im Vergleich zu mittlerweile üblichen hohen Anforderungen an die Leistungsfähigkeit der Hardware und an betrachten der Laufzeitlizenzengebühren, die bei Verwendung moderner Datenbankverwaltungssysteme erforderlich sind.

(a) Integration der kasuistischen Dokumentation mit klinischen Registern

MDVS geht davon aus, daß nach der Durchführung von *Maßnahmen*, die im Rahmen der Behandlung eines Patienten vorgenommen werden (wie Aufnahme, Entlassung, diagnostische oder therapeutische Maßnahmen), diese durch verschiedene *Dokumente* (z. B. Op-Bericht, Entlassungsbrief) dokumentiert werden. Im Mittelpunkt der patientenbezogenen Dokumentation steht die *Verlaufsdarstellung* (Abbildung 1). Die Verlaufsdarstellung realisiert das Modell *Patient/Maßnahme/Dokument*, indem zu dem vorher ausgewählten Patienten die Maßnahmen und Verweise auf die Dokumente angezeigt werden, wobei durch Anwählen der Dokumente der entsprechende Editor aufgerufen wird.

Dokumentenverwaltungssystem V1.2				Neurochirurgie Heidelberg			
Benutzer: Herr Soiron				Datum: 25.10.90		Uhrzeit: 16:32	

Maßnahme einfügen				Dokument (offen/korr./bearb./archiv.)					
- F9 -				- mit Cursor auswählen -					
Funktion: Verlauf zum Fall mit der Fallnummer 309000912300									
MÜLLER, GOTTFRIED geb. 10.05.1928									
Datum	Zeit	Arb.pl.	Maßnahme	Status	Text	Dat	Kur	Bl	LZ
10.09.90	11:57	Z_Aufn	Stat_Aufnahme			o			0
11.09.90	09:20	S_AmbOP	Op		o	o			↑
20.09.90	15:00	Z_Aufn	Entlassung		o	o			↓

Abbildung 1: Verlaufsdarstellung

Durch die Maßnahmen ‚stationäre Aufnahme‘, ‚Verlegung‘, ‚Entlassung‘, ‚ambulante Aufnahme‘ werden die Daten der Patientendatenverwaltung repräsentiert. Zu den Maßnahmen ‚stationäre/ambulante Aufnahme‘ existiert ein Dokument ‚Aufnahmeblatt‘. Die Maßnahme ‚Op‘ wird manuell eingegeben und zu ihr das Dokument ‚Op-Bericht‘ erstellt. Die hier eingegebenen Daten werden multipel für das *Op-Register* verwendet. Dafür wird die Vollständigkeit der Op-Dokumentation bei der Erfassung geprüft. Aus dem Op-Register werden Op-Jahres- und -häufigkeitsstatistiken sowie arztbezogene Op-Kataloge erzeugt. Weitere Dokumente und Register sind in Vorbereitung. Zur Maßnahme ‚Entlassung‘ bzw. ‚Ambulanzbrief‘ wird ein Brief bzw. Bericht auf der Basis der Diagnosen und Therapie (nach dem ‚Neurologisch-neurochirurgischen Diagnosenverzeichnis‘ [SEITZ et al. 1987]) erzeugt. Dieselben Daten werden für Diagnosenstatistiken (incl. ICD-Verschlüsselung für die L1-Statistik) und zur Fallselektion verwendet.

(b) Mehrfachzugriff auf patientenorientierte Dokumentenablage

Da durch den Einsatz vernetzter Arbeitsplatzrechner die Voraussetzung für die örtliche Verfügbarkeit gegeben ist, kann über die Verlaufsdarstellung schnell auf zurückliegende Dokumente zugegriffen werden. An die Maßnahme ‚Entlassung‘ bzw. ‚Ambulanzbrief‘

sind Diagnosen- und Therapiedokumentation sowie Entlassungs- bzw. Ambulanzbrief geknüpft. Dadurch kann in vielen Fällen auf die zeitraubende Aktenanforderungen verzichtet werden.

(c) Integration der Textverarbeitung

Textdokumente werden von MDVS aus festen Dokumentenvorlagen und den jeweils relevanten Patientendaten im WORD-kompatiblen Format RTF (Rich Text Format) generiert und können vom Benutzer als normales Textdokument editiert, ergänzt, abgelegt und archiviert werden. Vor jedem Editieren werden die eingestellten Patientendaten durch ein spezielles, RTF-fähiges Modul automatisch aktualisiert. Nach dem Archivieren ist Editieren nicht mehr möglich (vgl. [SANDSTRÖM und PETERSON 1989]).

(d) Integration der Patientendatenbank

Die Aufnahme- und Entlassungsdaten werden über das Heidelberger Kommunikationssystem HeiKo [JANSSEN und WINTER 1989] empfangen und über ein spezielles Konvertierungsprogramm entsprechend umgesetzt. Für die Integration von Laborbefunden, die von den Laborsystemen als fertiges Textdokument geschickt werden, ist analog eine Maßnahme „Labor“ vorgesehen.

5. Diskussion

Die Anforderungen an medizinische Dokumentationssysteme können mit klassischen Datenbankapplikationen alleine nicht erfüllt werden, sondern bedürfen einer erweiterten Methodik – ebenso wie der Beratung bei Planung und Aufbau klinischer Register. Die methodische Basis im Hinblick auf Unterstützung von Anwendungen hierzu wurde geschaffen. Hinsichtlich der Fragestellungen ergibt sich:

- (a) Eine rechnergestützte Medizinische Dokumentation muß eine multiple Verwendung von Daten für die Erstellung von Dokumenten und für den Aufbau von klinischen Registern unterstützen. Die Aufnahme in Register muß kontrolliert erfolgen; Ein-/Ausschlußkriterien und Vollständigkeit müssen überprüft werden.
- (b) Ein patientenorientiertes Ablageschema verbunden mit einem mehrplatzfähigen Rechnersystem erhöht die Verfügbarkeit Medizinischer Dokumente und vermindert, insbesondere bei Notfällen, die Notwendigkeit des Zugriffs auf die archivierten Krankenakten.
- (c) Das Erzeugen von Textdokumenten in genormten Formaten und die offene Systemarchitektur [BALL und COOLEN 1992] ermöglicht die Nutzung bewährter Technologien und sichert bereits getätigte Investitionen und Schulungsaufwand. Trotzdem ist Offenheit gegenüber zukünftigen Bearbeitungswerkzeugen gegeben.
- (d) Über geeignete Kommunikationsschnittstellen sind Patientendatenverwaltung und ggf. weitere Verfahren zu integrieren. Dazu sollte ein allgemeines Grunddatenmodell (Patient/Maßnahme/Dokument) zugrundegelegt werden.

Der dargestellte Ansatz hat bei minimalen Kosten bisher Op- und Diagnosenstatistiken für Ärzte, Arbeitsentlastung für die Schreibkraft und ein schnelleres und qualitativ besseres Berichtswesen hervorgebracht. Weiterhin ist die Verfügbarkeit der medizinischen Dokumentation in Form zurückliegender Arztbriefe wesentlich verbessert worden, sodaß insgesamt zur Verbesserung der Patientenversorgung beigetragen werden konnte.

Literatur

- ANDERSON, S. (1988): Analysis of the pediatric surgery department. Work Term Report, University of Victoria, Health Information Science/Universität Heidelberg IMBI.
- BAKKER, A. R. et al. (1992) (Eds.): Hospital Information Systems: Scope – Design – Architecture. Amsterdam, London, New York, Tokyo: North Holland.
- COLLEN, M. F. und BALL, M. J. (1992): Technologies for Computer-Based Patient Records. In LUN, K. C. et al (Eds) (1992): MEDINFO 1992. Amsterdam, London, New York, Tokyo: North Holland.
- DUJAT, C. (1988): Entwurf und Teilrealisierung eines Informationssystems für die Neurochirurgische Klinik der Universität Heidelberg. Diplomarbeit, Studiengang Medizinische Informatik, Universität Heidelberg/Fachhochschule Heilbronn.
- EHLERS, C. TH., SCHILLINGS, H. und PIETRZYK, P. M. (1992): HIS and Integration. In [BAKKER et al. 1992].
- ELSÄSSER, K. H., KÖHLER, C. O. und WAGNER, G. (1981): KRAZTUR – A generator for medical documentation and information Systems. Meth. Inform. Med. **20** (1981) 191 – 195.
- HAAS, P. (1987): Komponenten eines Allgemeinen Medizinischen Abteilungsinformationssystems. Dissertation, Universität Heidelberg.
- HAMPL, J. et al. (1990): MDVS – course-oriented documentation of medical patient data on a integrated PC-network. Advances of neurosurgery **20** (1990).
- HAUX, R. (1989): Knowledge-Based Decision Support for Diagnosis and Therapy: On the Multiple Usability of Patient Data. Meth. Inform. Med. **28** (1989) 69 – 77.
- ISELE CH. et al. (1991): Integration klinischer Arbeitsplatzsysteme in ein Krankenhausinformationssystem mittels standardisierter Kommunikationsschnittstellen. In VAN EIMEREN, W., ÜBERLA, K. und ULM, K. (Hrsg.): Gesundheit und Umwelt. Berlin, Heidelberg, New York, London, Paris, Tokyo, Hong Kong, Barcelona, Budapest: Springer Verlag.
- JANSSEN, H. und WINTER, A. (1989): Das Heidelberger Kommunikationssystem HeiKo. In GIANI und REPGES (1990): Biometrie und Informatik – neue Wege zur Erkenntnisgewinnung in der Medizin. Berlin, Heidelberg, New York, Tokyo: Springer.
- KUHN, K. et al. (1991): Ein integriertes System zur Verwaltung und zum Retrieval von Arztbriefen sowie zur Terminplanung in der Inneren Medizin. In Guggenmoos-Holzmann, I. (Hrsg.) (1991): Quantitative Methoden in der Epidemiologie. Berlin, Heidelberg, New York, London, Paris, Tokyo, Hong Kong, Barcelona, Budapest: Springer-Verlag.
- SANDSTRÖM, S. Å. und PETERSON, H. E. (1989): An Approach to an Integrated Health Care Information System Where the Demands of the Medical Record are the Point of Departure. In BARBER, B. et al. (Eds.): MEDINFO 1983, Proceedings. Amsterdam, New York, Oxford, Tokyo: North-Holland.
- SAWINSKI, R. (1992): Aufbau klinischer Register durch Patienten- und Maßnahmenbezogene Medizinische Dokumentation mit MDVS. Eingereicht für 37. GMDS Jahrestagung, Mainz, 21. – 23. September 1992, Proceedings.
- SAWINSKI, R. und WERNER, R. (1991): Benutzerhandbuch und Organisationshandbuch MDVS Version 1.2. Institut für Med. Biometrie und Informatik der Universität Heidelberg.
- SEITZ, D. et al. (Hrsg.) (1987): Neurologisch-neurochirurgisches Diagnosenverzeichnis in Verbindung mit dem Operationsschlüssel. München: Sharp & Dohme GmbH.
- SIGG, R. (1989): Entwurf und Teilrealisierung eines Abteilungsinformationssystems für die Kinderchirurgische Abteilung der Chirurgischen Universitätsklinik Heidelberg. Diplomarbeit, Studiengang Medizinische Informatik, Universität Heidelberg/Fachhochschule Heilbronn.
- VAN MULLIGEN, E. M. et al. (1992): Functional requirements for an integrated medical workstation. In LUN, K. C. et al. (Eds) (1992): MEDINFO 1992. Amsterdam, London, New York, Tokyo: North Holland.

Anschrift des ersten Verfassers: Dr. Roland Sawinski, Medizinische Informatik, Klinikum der Universität Heidelberg, Im Neuenheimer Feld 400, W-6900 Heidelberg

Diagnosen und OP-Dokumentation in der Neurochirurgie mit der Datenbank „CODIAG“

Documentation of Diagnoses and Neurosurgical Treatment with the Database “CODIAG”

U. März, R. Schmid, A. Piepgras, H.-J. Reulen

Kurztitel:

Dokumentationsdatenbank „CODIAG“

Short Title:

Documentation with “CODIAG”

Schlüsselwörter:

Diagnosendatenbank, Diagnosen- und Operationsschlüssel, kontrollierte Datenverschlüsselung

Key words:

neurosurgical diagnosis-database, diagnosis- and treatmentcode, controlled codification

Zusammenfassung

Im Rahmen des Neuaufbaues einer klinikeigenen Patientendatenverwaltung zur wissenschaftlichen Auswertung und als Grundlage zur Leistungsstatistik und Qualitätssicherung entwickelten wir an unserer Klinik ein Konzept zur rechnergestützten Erfassung und Verschlüsselung von Diagnosen- und Operations-Daten. Dieses Konzept besteht aus einem selbstentwickelten Neurochirurgischen-Diagnoseschlüssel in Verbindung mit einem Operations- und einem Komplikationsschlüssel, einem funktionell gestalteten Codierungsbogen, sowie einer an unserer Klinik entwickelten Datenbankanwendung („CODIAG“) und einem genau festgelegten Organisationsablauf der Codierung.

Der Codierungsbogen wird parallel zum stationären Entlassungsbrief ausgefüllt und verwaltungstechnisch an den Arztbrief gekoppelt. Die Bögen werden zentral in die klinikeigene Datenbank eingegeben, wobei durch das Programm automatisch eine Validitäts-, Plausibilitäts- und Vollständigkeitsprüfung der Eingabe erfolgt. Dieses Konzept hat bisher eine sehr gute Akzeptanz erzielt und führte zu einem hohen Datenrücklauf mit entsprechend schnellem Aufbau einer statistisch auswertbaren Patienten-Datenbank. Die

Datenbankanwendung ist aufgrund ihrer Struktur schlüsselunabhängig und kann prinzipiell für jede Art von Codierung eingesetzt werden.

Summary

We defined a new concept for electronic data-collection and codification, concerning diagnosis and surgical treatment in our neurosurgical clinic. This concept is part of the development of a database, which will be introduced as base for the evaluation of neurosurgical treatment. This concept consists of a self-developed neurosurgical diagnosiscode combined with codes for surgical treatment, postoperative complications and follow up. Other parts of the concept are a functional form for documentation, a user-oriented database-organisation ("CODIAG") and a controlled course of the data-codification.

The documentation is strictly connected to the patient-report. After correct documentation the forms are collected centrally. The data entry into the database is controlled by routines to avoid incorrect or incomplete datarecords. This concept has a high-grade acceptance in our clinic shown by a nearly 100% codification rate within short time. The data-base-structure is independent of the used key and usable with any code.

1. Einleitung

Seit 1986 sind Kliniken in Deutschland vom Gesetzgeber aufgefordert, die Diagnosen der stationär aufgenommenen Patienten nach der „International Classification of Diseases“ (ICD-9) zu verschlüsseln und Diagnose-Statistiken vorzulegen. Mit Inkrafttreten des Gesundheitsstrukturgesetzes werden in den nächsten Jahren zusätzlich Leistungsstatistiken vorzulegen sein, auf deren Grundlage dann die Pflegesatzverhandlungen geführt werden. Eine vollständige und schnelle Erfassung der notwendigen Daten ist daher für die Krankenhausverwaltung von höchster Wichtigkeit. Ein allgemeingültiges Datenerfassungskonzept existiert bisher nicht, die meisten Kliniken benützen selbstentwickelte, von individuellen Bedingungen abhängige Systeme.

Die Vollständigkeit und damit die statistische Aussagekraft der Datenerhebung ist vor allem vom Engagement derjenigen abhängig, die diese Daten erheben müssen, in der Regel Ärzte und Schreibkräfte. Dies muß bei der Entwicklung eines Datenerfassungssystems vorrangig beachtet werden (ESPINOSA, A. et al., 1989; MOIDU, K. und WIGERTZ, O., 1989).

An unserer Neurochirurgischen Klinik wurde, nachdem die ICD-9, bzw. deren Anwendung auf die Neurologie ICD NA (1987) von vorneherein wegen ihrer Unübersichtlichkeit als unakzeptabel angesehen wurde, im Jahre 1989 eine Diagnosenverschlüsselung nach dem sehr umfangreichen „Neurologisch-Neurochirurgische(n) Diagnosenverzeichnis“ (1987) durchgeführt. Das Ergebnis war, vor allem auf Grund eines Rücklaufs der Schlüsselbögen von weniger als 50% entmutigend. Wie auch an anderer Stelle berichtet (MICHEL et al., 1992) war das vor allem darauf zurückzuführen, daß vom medizinischen Personal diese zusätzliche Arbeitsbelastung, die als Verwaltungstätigkeit ohne Zusammenhang mit der Behandlung der Patienten angesehen wurde, nur schleppend und unvollständig durchgeführt wurde. Ein weiterer Grund bestand darin, daß die erhobenen Daten nur vom Rechenzentrum verwaltet wurden und wissenschaftlichen Recherchen ein größerer Verwaltungsaufwand vorgeschaltet war.

Im Rahmen des Neuaufbaues einer klinikeigenen Patientendatenverwaltung zur wissenschaftlichen Auswertung und als Grundlage zur Leistungsstatistik und Qualitätssicherung entwickelten wir 1991 an unserer Klinik ein geeignetes rechnergestütztes Datenerfassungs- und -verschlüsselungskonzept.

2. Methoden

Dieses Konzept besteht zunächst aus mehreren Schlüsseln, mit denen die neurochirurgisch relevanten Diagnosen, die durchgeführten Operationen und invasiven Diagnostikmaßnahmen, die aufgetretenen Komplikationen und der postoperative Verlauf codiert werden. Desweiteren ist darin ein Codierungsbogen (Abbildung 1), der die Krankenakte und den Arztbrief begleitet sowie eine an unserer Klinik entwickelten Datenbank „CODIAG“ enthalten. Dazu kommt noch ein genau festgelegter Organisationsablauf.

2.1 Schlüssel

Zur Vereinfachung der Verschlüsselung und der Datenauswertbarkeit entwickelten wir einen eigenen Diagnoseschlüssel mit reduziertem Umfang.

In einer 6-stelligen Codierungszahl können dabei Diagnose (3-stellig), topographische Lokalisation (2-stellig) und räumliche Anordnung (1-stellig) verschlüsselt werden.

Der 3-stellige Diagnosecode ist streng hierarchisch aufgebaut. Die Diagnosen werden nicht mit fortlaufenden Zahlen codiert, sondern sind in 9 Hauptgruppen (Nummer 1 – 9) angeordnet (Tabelle 1). Die 1. Stelle des Codes wird von der Hauptgruppen-Nummer bestimmt. Die Diagnosen in den einzelnen Haupt- und Untergruppen sind ebenfalls soweit wie möglich hierarchisch angeordnet. Dadurch wird die Ziffernfolge der Codierungszahl transparent. Der 2-stellige Lokalisationscode gilt für alle Diagnosen und ist ebenfalls aus der Systematik ableitbar. Neben den Diagnosen werden die Operationen nach dem modifizierten Operationsschlüssel der Vereinigung Schweizerischer Krankenhäuser (VESKA-Code) und die postoperativen Komplikationen verschlüsselt.

Besonders wichtig ist die Möglichkeit der Codierung des postoperativen Verlaufes anhand eines 5-stufigen Bewertungsschemas.

Tabelle 1: Die Hauptgruppen des Diagnoseschlüssels

1	ZNS-Tumoren
2	Cerebrovaskuläre Erkrankungen
3	Schädel-Hirntrauma
4	Wirbelsäulentrauma
5	Hydrozephalus/ZNS-Anomalien
6	Entzündliche Veränderungen
7	Degenerative Wirbelsäulenerkrankungen
8	Nervenläsionen, Neuralgien, Schmerzzustände
9	Zerebrales Anfallsleiden

2.2 Codierungsformular

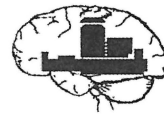
Die Codierung wird durch ein funktionell gestaltetes Codierungsformular (Abbildung 1) erleichtert, auf dem auch die Diagnosesicherung („Verdacht auf“; „Ausschluß von“) sowie verwaltungstechnische Angaben (Wiederaufnahme, Kontrolluntersuchung etc.) durch eine entsprechende Ziffer vermerkt werden. Auf dem Codierungsbogen können diese Angaben zusammen mit dem Lokalisationsschlüssel (Tabelle 2) abgelesen werden. Die Schlüssel für Diagnosen, Operationen und Komplikationen werden einem Schlüsselheft, bzw. einem 2-seitigen Schlüsselbogen entnommen.

2.3 Organisationsablauf

Der Codierungsbogen, der neben den verschiedenen Schlüsselzahlen auch die Diagnose in Freitext enthalten muß, wird parallel zum Diktat des stationären Entlassungsbriefes

Ludwig-Maximilians-Universität München Klinikum Großhadern

Neurochirurgische Klinik Direktor: Prof. Dr. H.-J. Reulen



Patientenaufkleber
Name:

Geb.-Datum:

Adresse:

Aufnahme-Nr.:

priv. ☐ allg. ☐

DIAGNOSE und OP-Dokumentation

Aufnahmedatum:

Entlassungsdatum:

Arzt:



GOS

(outcome score)
5 - 1

Neurochirurgische HAUPTDIAGNOSE:

Diagnoseschlüssel 1:

1	2	3	4	5	6	Präfix	Zusatz
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	1 = Z.n. 2 = Rezidiv 3 = Ausschuß	1 = WA 2 = externe OP 3 = nicht NCH 4 = Kontrolle

1-3 = Diagnose 4-5 = Lokalisation 6 = Seite

DIAGNOSE 2:

1	2	3	4	5	6	Präfix
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	1 = Z.n. 2 = Rezidiv 3 = Ausschuß

1-3 = Diagnose 4-5 = Lokalisation 6 = Seite

DIAGNOSE 3:

1	2	3	4	5	6	Präfix	Seite
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>		0 = keine Seitenzuordnung 1 = rechts 2 = links 3 = medial 4 = lateral 5 = bds. 6 = intramed.

1-3 = Diagnose 4-5 = Lokalisation 6 = Seite

Lokalisation

00 = keine oder andere	10 = Vierhügelregion	20 = parasagittal	Gefäße	spinal
01 = frontal	11 = KHBW	21 = Konvexität	30 = A. carotis int. extracr.	4X = cervical
02 = parietal	12 = Opticus	22 = Keilbein lat.	31 = A. carotis int. intracr.	5X = thorakal 1 - 9
03 = occipital	13 = Sellaregion	23 = Keilbein med.	32 = A. comm. ant.	6X = thorakal 10 - 12
04 = temporal	14 = Parasellär/Sinus cav.	24 = Olfactoriusrinne	33 = A. comm. post.	7X = lumbal
05 = multipel/diffus	15 = Kleinhirn	25 = Falx	34 = A. cerebri ant.	8X = sacral
06 = Zentralregion	16 = Hirnstamm	26 = Tentorium	35 = A. cerebri media	91 = craniocervikal
07 = peripherer Nerv	17 = Stammganglien	27 = Klivus	36 = A. cerebri post.	92 = cervikothorakal
08 = knöch. Schädel	18 = Ventrikel	28 = Tub. Sellae	37 = Aa. vertebr./basilaris	93 = thorakolumbal
	19 = Balken		38 = Aa. cerebelli	99 = spinal gesamt
			39 = andere	

X = betr. Wurzel/Höhe
X = 0 für mehrere Höhen

OP-Schlüssel 1:

OP-Schlüssel 2:

Datum: Operateur: Datum: Operateur:

OP-Schlüssel 3:

OP-Schlüssel 4:

Datum: Operateur: Datum: Operateur:

Komplikationen:

Komp. 2:

Komp. 3:

Komp. 4:

Datum: Datum: Datum: Datum:

Copyright by Dr. Ulrich März

Ausgabe 1.1.1993

Abbildung 1: Codierungsbogen

Tabelle 2: Der einheitliche Lokalisationsschlüssel

00 = keine oder andere	10 = Vierhügelregion	20 = parasagittal
01 = frontal	11 = KHBW	21 = Konvexität
02 = parietal	12 = Opticus	22 = Keilbein lat.
03 = occipital	13 = Sellaregion	23 = Keilbein med.
04 = temporal	14 = parasellär/Sinus cav.	24 = Olfactoriusrinne
05 = multipel/diffus	15 = Kleinhirn	25 = Falx
06 = Zentralregion	16 = Hirnstamm	26 = Tentorium
07 = peripherer Nerv	17 = Stammganglien	27 = Klivus
08 = knöch. Schädel	18 = Ventrikel	28 = Tub. Sellae
	19 = Balken	

Gefäße

30 = A. carotis int. extracr.
31 = A. carotis int. intracr.
32 = A. comm. ant.
33 = A. comm. post
34 = A. cerebri ant.
35 = A. cerebri media
36 = A. cerebri post.
37 = Aa. vertebr./basilaris
38 = Aa. cerebelli
39 = andere

spinal

4X = cervical
5X = thorakal 1–9
6X = thorakal 10–12
7X = lumbal
8X = sacral
91 = craniocervikal
92 = cervikothorakal
93 = thorakolumbal
99 = spinal gesamt

X = betr. Wurzel/Höhe**X = 0 für mehrere Höhen**

ausgefüllt und gelangt mit dem Diktat zur Stationssekretärin. Diese überprüft das Vorhandensein des Codierungsbogens und legt diesen zusammen mit dem Entlassungsbrief wieder zur Unterschrift bzw. Korrektur vor. Der Stationsoberarzt überprüft vor Unterschrift der endgültigen Brieffassung auch die Angaben auf dem Codierungsbogen. Danach geht der Bogen zusammen mit dem Arztbrief zum Sekretariat zurück, ein Doppel wird in der Krankenakte abgelegt und auf der Akte der Vermerk „Codierung abgeschlossen“ aufgestempelt. Die Codierungsbögen werden zentral gesammelt und von einer Dokumentationsassistentin in die klinikeigene Datenbank eingegeben. Codierungsbögen mit fehlerhaften Angaben gehen an die Stationsoberärzte zur Korrektur zurück.

2.4 Datenbank

Die Eingabe der Patientendaten erfolgt auf einem Personalcomputer, Apple Macintosh IICI, in die von uns entwickelte Datenbank „CODIAG“, die auf einer handelsüblichen, programmierbaren relationalen Datenbank (4th. Dimension, ACI, Paris) basiert. Durch mit der Maus auf dem Bildschirm anklickbare Auswahllisten wird die Dateneingabe beschleunigt durchgeführt, Freitexteingaben sind bis auf die Ergänzung von Patientenstammdaten weder möglich, noch nötig. Validitäts- und Plausibilitätsprüfungen lehnen die Speicherung fehlerhafter oder unvollständiger Datensätze automatisch ab. Bei Eingabe der Codierung erscheint automatisch der entsprechende Freitext zur Kontrolle auf dem Bildschirm und wird auch zusammen mit dem Code im Patienten-Datensatz abgespeichert. Auszüge der codierten Daten werden monatlich an den zentralen Verwaltungsrechner übergeben, von dem dann eine Mahn-Liste der noch nicht erfaßten Patienten mit Angabe des stationären Aufenthalts und der Station erstellt wird. Anhand dieser Liste können unter Rückverfolgung des Organisationsablaufes die fehlenden Schlüsselbögen schnell lokalisiert und einer Erfassung zugeführt werden.

Für die BpflV-Statistik kann das Programm automatisch den klinikeigenen Schlüssel in den analogen ICD-Schlüssel umsetzen, und ist, da die einzelnen Schlüssel und Begriffe in relationalen Tabellen abgespeichert sind, prinzipiell für jeden Schlüssel einsetzbar. Es müssen nur jeweils die Tabellen für die Definition der Codierung ausgetauscht werden.

3. Ergebnis

Der Schlüsselbogenrücklauf betrug zum Stichtag 15. 10. 92 für alle in der Zeit vom 1. 9. 91 bis zum 1. 9. 92 entlassenen Patienten 96,8%. Bei den fehlenden Bögen war meist wegen noch ausstehender Befunde die Codierung noch nicht abgeschlossen. Nur 4 Patientenakten gelangten ohne Codierung ins Archiv, 3 davon datierten aus der Einführungszeit des Systems. Bis zum 25. 11. 92 wurden die Daten von 3850 stationären Patienten mit 4446 neurochirurgisch relevanten Diagnosen verschlüsselt. 3807 Diagnosen (98,9%) konnten mit diesem Schlüssel für unseren Gebrauch suffizient codiert werden. Nur bei 43 Patienten konnten Diagnosen nicht mit dem Schlüssel abgebildet werden. Ähnlich hoch waren die Ergebnisse bei der Verschlüsselung der Operationen. Die Erstellung der Diagnosestatistik durch die Verwaltung anhand der erhobenen, automatisch in die ICD-9 umgesetzten Daten war problemlos möglich. Es konnte sogar innerhalb kurzer Zeit eine rückläufige Verschlüsselung bis zum 1. 1. 91 anhand eines vorhandenen Arztbriefarchivs durchgeführt werden.

4. Diskussion

Eine differenzierende Prüfung auf Vollständigkeit und Richtigkeit der in den 14 Monaten seit Einführung des Systems erhobenen Daten, auch in Bezug auf Komplikationen und Verläufe ist eingeleitet, wird aber noch etwas Zeit in Anspruch nehmen. Einige Erkenntnisse lassen sich aber schon aus obigen Ergebnissen ableiten.

Der von Anfang an überraschend hohe Rücklauf der Schlüsselbögen beruht auf mehreren Faktoren. Zunächst spielt die übersichtliche Struktur des Diagnose-Schlüssels eine wichtige Rolle. Viele Codezahlen können nach kurzer Anwendungszeit auswendig hergeleitet werden. Das langwierige Suchen in Schlüsselstabellen entfällt dann. Die Übersichtlichkeit wurde mit einer geringeren Diagnosen-Differenzierung im Vergleich zum Neurologisch-Neurochirurgischen Diagnoseschlüssel erkauft, dies spielte bei ersten statistischen Auswertungen allerdings keine Rolle. Hinzu kommt, daß für spezielle wissenschaftliche Fragestellungen keiner der bisher existenten Schlüssel ausreichend ist und immer eine weitere Differenzierung vom Spezialisten durchgeführt werden muß.

Ein Gradmesser für die Akzeptanz unseres Diagnoseschlüssels ist die Anwendung der auf allen Ebenen vorhandenen Codes für nicht näher bestimmbare Diagnosen. Diese wurden nur bei 152 Patienten verwendet (4%) und waren in mehr als der Hälfte auch durch bei Aktenabschluß noch ausstehende Befunde, zum Beispiel der Histologie, begründet. Die meisten dieser Patienten konnten ausreichend nachverschlüsselt werden.

Die Anbindung der Codierung an den Arztbrief und die damit verbundenen gestaffelten Kontrollen beeinflussten den Rücklauf, die Codierungsqualität und die Vollständigkeit ebenfalls positiv. Nachdem aufgrund dieses Systems der Weg des Bogens und damit auch des Arztbriefes leicht zu verfolgen ist, führte dies im Nebeneffekt zu einer schnelleren Erstellung der Entlassungsbriege.

Die wichtigste Rolle spielte allerdings, daß durch die Codierung eine Patienten-Datenbank aufgebaut wird, die allen Beteiligten im Rahmen datenschutzrechtlicher Bestimmungen zur Verfügung steht, sei es, um die persönliche OP-Statistik zu erstellen

oder die aktuellen Patienten für eine Studie abzufragen. Die als lästig empfundene Arbeit der Codierung bringt damit dem Einzelnen auch Nutzen.

Im Vergleich zu anderen Kliniken konnten wir eine deutlich bessere Verschlüsselungsquote erreichen.

Literatur

- ESPINOSA, A., HOFFMANN, W. D., BERNAUER, J. (1989): Computer-gestütztes Verfahren zur Codierung von BPfIV-Diagnosen. *Das Krankenhaus*, **7**: 391–392.
- International Classification of Diseases, 9th. revision (1987), World Health Organisation, Genf.
- ICD-NA Application of the International Classification of Diseases to Neurology, (1987), World Health Organisation, Genf.
- MICHEL, A., PROKOSCH, H. U., DUDECK, J., (1992): Some experience with the implementation of hospital wide on-line diagnosis documentation and coding system in: Lun, Degoulet, Piemme, Rienhoff (Hrsg) (1992): *Medinfo* **92**, 1375–1381. North Holland, Amsterdam.
- MOIDU, K. und WIGERTZ, O. (1989): Computer and physicians — an appraisal study. *Medical informatics*, **1**: 63–70.
- Neurologisch-neurochirurgisches Diagnosenverzeichnis in Verbindung mit dem Operationsschlüssel, 3. Auflage, (1987), Deutsche Gesellschaft für Neurologie und Deutsche Gesellschaft für Neurochirurgie (Hrsg.).

Anschrift des ersten Verfassers: Dr. Ulrich März, Neurochirurgische Klinik und Poliklinik der LMU München, Klinikum Großhadern, Marchioninistr. 15, D-8000 München 40

Belegleser und strukturierte Dokumentationsbögen: Ein in den Routinebetrieb integrierbares System zur halbautomatischen Erfassung medizinischer Daten

**Form reader and structured clinical records:
A feasible system for half-automatic recording of medical data under routine conditions**

J. Hampl, A. Steinmetz, F. Albert, J. Winkler, S. Kunze

Kurztitel:

Belegleser und strukturierte Dokumentationsbögen

Short Title:

Form reader and structured clinical records

Schlüsselwörter:

Belegleser, strukturierte Dokumentationsbögen, Qualitätssicherung

Key words:

form reader, structured medical records, quality assurance

Zusammenfassung

Durch Qualitätssicherungs- und Leistungserfassungsmaßnahmen, sowie zur Durchführung medizinischer Studien ist die Erfassung medizinischer Daten mit Mitteln der elektronischen Datenverarbeitung unabdingbar. Im Bereich der Arzt – Patientenbeziehung gibt es jedoch sensible Bereiche, die eine on-line Erfassung des zu erhebenden Datenmaterials nicht zulassen. Alternative Wege müssen begangen werden.

Die Erstellung strukturierter Dokumentationsbögen und deren halbautomatische Erfassung mit einem Beleglesegerät integriert in den täglichen Routineablauf könnte solch eine Alternative darstellen. Ein Prototyp wurde entwickelt und eine Testinstallation eingerichtet. Dabei konnte eine verlässliche und praktikable Funktionsfähigkeit des Systems nachgewiesen werden.

Summary

For medical studies and quality assurance regulations the computerized acquisition of medical data is indispensable. Investigations however showed that in the everyday patient/physician setting patients do not accept an on-line documentation of the required medical data. Alternatives have to be searched for.

Such an alternative could be the development of structured medical records and their half-automatical registration with a form reader under routine conditions. A prototyp was developed and installed. The tested system proved to be practicable and reliable.

1. Einleitung

Der Einsatz elektronischer Datenverarbeitung hat in den letzten Jahren zunehmend Einzug in die Kliniken gehalten. Zunächst im wesentlichen im Verwaltungsbereich eingesetzt, wird nun vermehrt der medizinische Bereich einbezogen. Angestrebtes Ziel ist dabei, die zu erhebenden Daten on-line zu erfassen. Untersuchungen von WERDIER und Mitarbeiter [11] haben jedoch gezeigt, daß es im Rahmen der Arzt–Patientenbeziehung sensible Bereiche gibt, in denen eine on-line Erfassung der zu erhebenden Daten auf Grund fehlender Patientenakzeptanz nicht möglich ist. Vor allem bei dem initialen Arzt–Patientenkontakt, der Erhebung von Anamnese und Befund, wird eine on-line Erfassung im herkömmlichen Sinn als ausgesprochen störend empfunden.

Zur Beantwortung medizinischer Fragestellungen ist die elektronische Erhebung dieser Daten jedoch unerlässlich. Initiiert durch in den USA erlangten Erfahrungen [3, 6] wird derzeit in Deutschland zunehmend der Ruf nach Durchführung der gesetzlich vorgeschriebenen Qualitätssicherungsmaßnahmen lauter [5, 7]. Auch die im neuen Gesundheitsstrukturgesetz niedergeschriebenen Überlegungen bezüglich Leistungserfassung lassen die Notwendigkeit der elektronischen Erhebung medizinischer Daten bzw. Leistungen erkennen.

In den meisten Kliniken wird die Erfassung anamnetischer, befund- und verlaufsorientierter Daten auf Blanko- oder teilstrukturierten Dokumentationsbögen durchgeführt. Abgesehen von der zusätzlich notwendigen Manpower ist bei der späteren Erfassung mit EDV-Systemen eine Potenzierung der, durch nichtstrukturierte Erhebung des notwendigen Datenmaterials verlorengegangenen Information, durch Fehler bei der Datenübertragung festzustellen. Versuche zur Qualitätssteigerung wurden von verschiedenen Kliniken durch die Entwicklung von strukturierten Erfassungsbögen bereits unternommen [4, 8].

Ziel muß es sein, eine Integration der vollständigen Datenerfassung in den Routineablauf und deren automatische Weiterverarbeitung zu erreichen.

Dazu sind zwei Schritte erforderlich:

1. die Erstellung strukturierter Erfassungsbögen
2. ein System zu deren automatischen Weiterverarbeitung

2. Methodik

Zu 1. Die Umsetzung der Vielfältigkeit medizinischer Information stellt das Hauptproblem bei der Erstellung strukturierter Erfassungsbögen dar. Ein strukturierter Dokumentationsbogen sollte jeweils die folgenden Bereiche umfassen:

- Bereiche mit angegebener Codierung der zu erfassenden Information
- Klartext zur späteren Codierung
- Freitext

Die Verwendung verschiedener Bezeichnungen zur Beschreibung eines Tatbestandes ist ein in der Medizin häufig vorzufindendes Phänomen. Durch eine frühzeitige Codierung der Information wird ein hoher Reproduzierbarkeitsgrad und geringstmöglicher Informationsverlust gewährleistet. Die Freiheit der individuellen Ausdrucksweise, die im medizinischen Bereich durchaus ihre Berechtigung und Notwendigkeit hat, wird jedoch maximal eingeschränkt. Bereiche mit sofortiger Codierung sollten, wann immer möglich, jedoch nur bei Eindeutigkeit der zu erfassenden Information verwendet werden. Ist die Codierung zu umfangreich, um auf dem Erfassungsbogen dargestellt bzw. von den Anwendern akzeptiert zu werden, sollten Klartextbereiche mit der Möglichkeit der späteren, unter Zuhilfenahme der EDV, automatisierten Umcodierung vorgesehen werden. Wegen der schon eingangs erwähnten Problematik, medizinische Zusammenhänge wegen ihrer Komplexität strukturiert zu erfassen, kann auf Freitextbereiche nicht verzichtet werden.

Zu 2. Von einem System zur automatischen bzw. halbautomatischen Weiterverarbeitung strukturierter Dokumentationsbögen sind folgende Voraussetzungen zu fordern:

- numerische bzw. alphanumerische Erkennungsmechanismen
- Erkennung von Schreibrschrift
- Erkennung des Formulartypus sowie dessen fortlaufende Seite
- Codierungsmechanismen zur Umsetzung von alphanumerischen Daten
- Lernfähigkeit des Systems
- keine Falscherkennungen
- minimale Rückweisrate
- Scannerfunktion als Archivierungsgrundlage
- gängiges Datenbankausgabeformat
- Geschwindigkeit
- Bedienerfreundlichkeit

3. Testinstallation und Ergebnisse

Um die Effizienz des zu prüfenden Erfassungssystem beurteilen zu können, wurde für den Bereich „Subarachnoidalblutung“ ein strukturierter Anamnesebogen, der die einzelnen geforderten Bereiche enthält, erstellt (siehe Abbildung 1). Die Patientenstammdaten können je nach Vorhandensein mit einem Markierungsgerät, z. B. HINZ-Drucker, eingedruckt werden.

Die Suche nach einem System, welches die oben genannten Bedingungen zur automatischen bzw. halbautomatischen Weiterverarbeitung strukturierter Dokumentationsbögen erfüllte, verlief erfolglos. Vor allem im Bereich der Schreibrschrifterkennung wurde viel versprochen, ein funktionierendes und im Alltag einsetzbares System konnte nicht demonstriert werden.

Die beste Kompromißlösung stellte der Schriftenleser SL90 der Firma EM-Gerätebau GmbH dar. Dieses System wurde bei der Testinstallation eingesetzt. Es handelt sich dabei um ein Gerät, welches in der Lage ist, numerische und alphanumerische Daten in Handblockschrift zu erkennen. Eine Scannerfunktion als Archivierungsgrundlage, sowie ein gängiges Datenbankausgabeformat sind vorhanden. Der automatische Stapel-einzug umfaßt ca. 100 Formulare, die Verarbeitungsleistung beträgt bis zu 900 Formulare/Stunde.

30 Erfassungsbögen wurden an verschiedene Kollegen mit der Bitte um Komplettierung verteilt. Dabei wurden auch bewußt Kollegen mit schwer lesbarer Handschrift ausgewählt. Der in der Neurochirurgischen Klinik beschäftigte Dokumentationsassistent wurde in die Funktionsweise des Gerätes eingewiesen und mit der Bearbeitung der ausgefüllten Dokumentationsbögen betraut. Im Betrieb erwies sich das getestete Gerät

Abbildung 1: Entwurf eines belegleserfähigen Erhebungsbogens zum Thema „Subarachnoidalblutung“ (Seite 1)

als sehr robust. Die Formulare wurden korrekt und rasch eingezogen. Dabei ist wahlweise ein interaktiver Betrieb mit Lesen und sofortigem Nachbearbeiten der Belege oder ein Stapelbetrieb mit durchgehendem Lesen eines Belegstapels und nachträglichem Korrigieren möglich. Die Bedienung ist benutzerfreundlich gestaltet, die Korrigierfunktionen einfach zu handhaben. Die Falscherkennungsrate war minimal, die Rückweisungsrate jedoch sehr unterschiedlich. Im numerischen Bereich konnte auch bei schlechter Schrift eine Erkennungsrate von über 95% festgestellt werden. Bei alphanumerischen Feldern mußten je nach Qualität der Blockschrift deutliche Abstriche gemacht werden. Erkennungsraten lagen jedoch in der Regel über 90%. Nach einer kurzen Eingewöhnungsphase gelang es dem Dokumentationsassistenten 10 Erfassungsbögen in ca. 10 min zu korrigieren, nach Herstellerangaben ist die Korrekturgeschwindigkeit noch deutlich steigerungsfähig — bis zu 600 Belegen/Stunde bei geschultem Datenerfassungspersonal. Die im ASCI-Mode abgespeicherten Daten ließen sich problemlos in D-BASE überführen, eine weitere Auswertung mit z. B. SAS war ebenfalls ohne Schwierigkeiten durchführbar.

4. Diskussion

Durch Forderungen nach Umsetzung der gesetzlich vorgeschriebenen Qualitätssicherungsmaßnahmen, durch die im neuen Gesundheitsstrukturgesetz geplanten Leistungserfassungsmaßnahmen, aber auch zur Durchführung medizinischer Studien, ist die Erfassung medizinischer Daten mit Mitteln der elektronischen Datenverarbeitung zur Notwendigkeit geworden.

Im Bereich der direkten Arzt—Patientenbeziehung ist eine on-line Erfassung der Daten aus Akzeptanzgründen nicht möglich [11]. Meist wird das benötigte Datenmaterial retrospektiv, teils durch angelerntes Hilfspersonal, aus den Krankenunterlagen erfaßt. Die Weiterverarbeitung erfolgt personalintensiv durch nachträgliches Eingeben in ein EDV-System. Informationsverluste in größerem Ausmaß sind dabei in Kauf zu nehmen.

In Bereichen der Wirtschaft, vor allem im sensiblen Bereich des Bankwesens, wird seit Jahren ein System zur halbautomatischen Erfassung strukturierter und handschriftlich auszufüllender Vordrucke in Form von Beleglesegeräten [3] mit Erfolg eingesetzt. Eine Umsetzung in den medizinischen Bereich ist bisher aus unerklärlichen Gründen nicht erfolgt.

Nach der Entwicklung eines Testerhebungsbogens wurde die Anwendbarkeit dieses Systems in einer Testinstallation geprüft. Die Testbögen wurden von verschiedenen Kollegen mit deutlich unterschiedlichen Handschriftqualitäten ausgefüllt und mit dem Schriftenleser SL90 [3] auf einen IMB-Rechner 80286 eingelesen. Von seiten der Geschwindigkeit sowie der Betriebssicherheit gab es trotz Verwendung eines eher leistungsschwachen Computers keinerlei Beanstandungen. Die Möglichkeit des gleichzeitigen Einlesens und Korrigierens der Dokumentationsbögen wurde als ausgesprochen positiv empfunden.

Nachteilig ist sicherlich, daß der von uns getestete Schriftenleser nicht in der Lage war Schreibschrift zu erkennen. Trotz intensiver Suche konnte jedoch kein in der Praxis funktionierendes System mit Schreibschrifterkennung gefunden werden. Die Zahlenerkennung war auch bei schlechter Handschrift zu über 95% gewährleistet, Falscherkennungen kamen praktisch nicht vor. Im alphanumerischen Bereich mußten je nach Handschrift Abstriche gemacht werden, die durchschnittliche Erkennungsrate lag dennoch bei über 90%. Die Weiterleitung der erhobenen Daten in ein Datenbanksystem und deren weitere Verarbeitung mit Statistikprogrammen ließ sich problemlos realisieren.

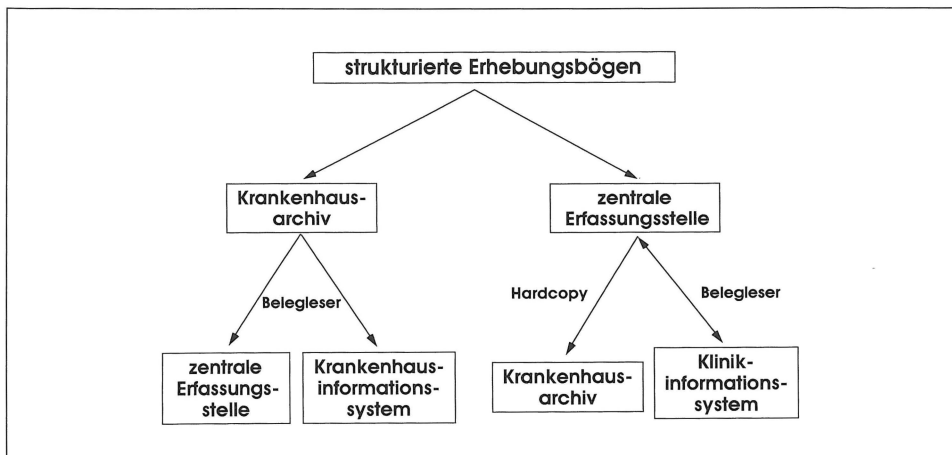


Abbildung 2: Modell einer möglichen Weiterverarbeitung belegleserfähiger Erhebungsbögen und Integration der erhobenen Daten in ein Klinikinformationssystem und/oder ein System zur Qualitätssicherung

Auf Grund der im System enthaltenen Scannerfunktion als Archivierungsgrundlage ist die Integration der eingescannten Dokumentationsbögen in ein System der optischen Archivierung [9, 10] und Weiterleitung in ein Klinikinformationssystem [1] durchaus realisierbar und wünschenswert.

Gerade in der heutigen Zeit sind Kosten – Nutzen-Überlegungen im Krankenhauswesen unabdingbar. Auf Grund der doch relativ hohen Investitionskosten eines solchen Systems und dessen großer Leistungsfähigkeit – Verarbeitung von bis zu 900 Formulare/Stunde – ist der Einsatz in einzelnen Abteilungen sicherlich nicht gerechtfertigt. Zwei mögliche Szenarien sind vorstellbar (siehe Abbildung 2):

1. Bei vorhandenem Krankenhausinformationssystem übernimmt das Zentralarchiv das Einlesen der Dokumentationsbögen und stellt die Daten den jeweiligen Abteilungsinformationssystemen zur Verfügung. Zur Erfüllung qualitätssichernder Maßnahmen könnte ein Auszug des Datensatzes entsprechenden Institutionen zur Verfügung gestellt werden.

2. Eine zentrale Erfassungsstelle übernimmt die Einlesefunktion (z. B. Ärztekammer), verwendet einen Auszug der Daten zum Zwecke der Qualitätssicherung und stellt bei Bedarf den gesamten Datensatz den erhebenden Abteilungen zur Verfügung. Abteilungen mit im Aufbau befindlichen Informationssystemen würde dadurch schon zum jetzigen Zeitpunkt der Zugriff auf notwendiges und wünschenswertes Datenmaterial ermöglicht. Gleichzeitig wäre eine Teilnahme an den erforderlichen qualitätssichernden Maßnahmen ohne größere eigene Investitionen erreichbar.

Zusammenfassend läßt sich festhalten, daß nach der vorliegenden Untersuchung eine automatisierte elektronische Erfassung medizinischer Daten (Anamnese, Befund und Verlauf), eingebettet in den täglichen Routineablauf, durch den Einsatz strukturierter belegleserfähiger Dokumentationsbögen und deren halbautomatischen Erfassung mit einem Schriftenleser möglich ist. Durch entsprechende Schnittstellen ist eine Weiterverarbeitung bzw. Weiterleitung des erfaßten Datenmaterials in ein Klinikinformationssystem gewährleistet.

Die vorliegenden Ergebnisse ermutigen, die Bildung fachbereichsspezifischer Arbeitsgruppen zur Einstellung strukturierter belegleserfähiger Dokumentationsbögen vorzuschlagen.

Literatur

- [1] HAMPL, J., DUJAT, C., SAWINSKI, R., WERNER, R., HAUX, R. und KUNZ, St. (1991): MDVS-Time Course oriented Documentation of Medical Patient Data in an Integrated PC-Network. *Acta Neurochir. (Wien)* **112**, 161.
- [2] EM GERÄTEBAU GMBH (1989): Schriftenleser SL 90 — Informationsbroschüre.
- [3] ERKERT, Th. (1991): Qualitätsicherung im Krankenhauswesen. Übertragbarkeit nordamerikanischer Ansätze auf die BRD. Hartung-Garre Verlag, Konstanz (1989).
- [4] KRÄMER, M., PIEK, J., SCHIEFER, W., BOCK, W. J. und KLAPP, A. (1989): Digitb — das formularorientierte Dokumentationssystem der Neurochirurgie Düsseldorf. Kongreßbericht anlässlich der 2. Arbeitstagung der Sektion EDV der Kommission Dokumentation und EDV der Deutschen Gesellschaft für Neurochirurgie, Düsseldorf 15.—16. 12. 1989.
- [5] SEELOS, H. J. (1987): Perspektiven einer computergestützten Qualitätssicherung in der Krankenhausmedizin. *Krankenhausarzt* **12**, 831—833.
- [6] SELBMANN, H. K., SWERTZ, P. (1981): Zum Stand der Qualitätsicherung ärztlicher Leistungen in den USA. *Der Deutsche Arzt* **4**, 30—35.
- [7] SGB V (1988), Gesundheitsformelgesetz Paragraph 135—137.
- [8] STEUDEL, W. I.: Erstellung von strukturierten Anamnese- und Erhebungsbögen an der Neurochirurgischen Universitätsklinik Homburg/Saar (persönliche Mitteilungen).
- [9] SCHMÜCKER, P., DUJAT, C., HERP, A. und SCHÄFER, D. O. (1991a): Innovative Archivierungstechnologien als Komponente eines Klinikinformationssystems. In: van Eimeren, W., Überla, K. und Ulm, K. (Hrsg.): *Gesundheit und Umwelt*. Berlin: Springer, 318—322.
- [10] SCHMÜCKER, P., HERP, A., DUJAT, C. und HAUX, R. (1991b): Optische Archivierung von Krankheitsblattunterlagen (OAS/K). Abschlußbericht eines Planungs- und Erprobungsvorhabens am Klinikum der Universität Heidelberg. Bericht Nr. 6 der Medizinischen Informatik, Universität Heidelberg.
- [11] WERDIER, D. (1989): ARS — neue Dimensionen des Arztcomputers. *Praxiscomputer* **6**, 14—20.

Anschrift des ersten Verfassers: Dr. med. Jürgen Hampl, Neurochirurgische Klinik, Ruprecht-Karls-Universität Heidelberg, Im Neuenheimer Feld 400, W-6900 Heidelberg

Zur automatischen Indexierung von Diagnosen nach SNOMED und ihrer Anwendbarkeit in der Neurochirurgie

On automated indexing of diagnoses into SNOMED and its applicability for neurosurgery

M. Mieth, B. Brigl, E. Glück, R. Haux

Kurztitel:

Automatische Indexierung von Diagnosen

Short title:

On automated indexing of diagnoses

Schlüsselwörter:

Diagnosendokumentation, Indexierung, ICD, SNOMED, Neurologisch-neurochirurgisches Diagnosenverzeichnis

Key words:

documentation of diagnoses, indexing, ICD, SNOMED, Neurologisch-neurochirurgisches Diagnosenverzeichnis

Zusammenfassung

Die Problematik des Wiederfindens (Retrieval) von Krankenakten entsprechend bestimmter Fragestellungen wird hinsichtlich der Verwendung verschiedener Schlüsselsysteme untersucht. Eine einfache formale Methode zur automatischen Indexierung von Diagnosen nach SNOMED wird vorgestellt, und Ergebnisse einer Evaluationsstudie werden präsentiert. Abschließend werden die Untersuchungsergebnisse diskutiert, und der parallele Einsatz von automatischer Indexierung und Diagnosenklassierung wird empfohlen.

Summary

Problems of retrieving clinical records concerning certain questions of interest are investigated with respect to classifications and nomenclatures of diagnoses. A simple formal

method for the automated indexing of diagnoses into SNOMED is introduced. Results of an evaluation study will be presented. Finally, the results will be discussed and the application of both, classification and nomenclature, will be recommended.

1. Problematik und Zielsetzung

Zur Beantwortung vieler medizinischer Fragestellungen ist es notwendig, PatientInnen mit bestimmten Teilaspekten oder Kombinationen von Diagnosen aus dem gesamten Krankengut herauszufiltern. In den meisten Fällen bedeutet dies heute immer noch, daß die Krankenakten per Hand nach relevanten Fällen durchsucht werden — eine mühevoll und aufwendige Arbeit. Durch die Indexierung von Diagnosen erhofft man, dieses Wiederfinden von Krankenakten (Retrieval) rechnerunterstützt durchführen zu können. Ziel war es daher, eine geeignete formale Methode für die automatische Indexierung zu entwickeln und auf dieser Grundlage ein System zu realisieren. Als Nomenklatur wurde die Systematisierte Nomenklatur der Medizin (SNOMED) gewählt ([7], [8]). In Vorbereitung eines routinemäßigen Einsatzes sollte in einer Evaluationsstudie die Qualität der Indexierung und die Retrievalleistung bestimmt werden.

Für das Fachgebiet der Neurochirurgie ist zu klären, ob diese Methode für die Dokumentation neurochirurgischer Diagnosen anwendbar ist und ob nicht herkömmliche Methoden der Dokumentation, z. B. Klassierung der Diagnosen nach ICD (Internationale Klassifikation der Krankheiten, Verletzungen und Todesursachen [4]) oder dem neurologisch-neurochirurgischen Diagnosenverzeichnis ([5]), für das Wiederfinden von Krankenakten nach bestimmten Fragestellungen ausreichend sind.

2. Methodische Grundlagen

2.1 Schlüsselsysteme, ICD, SNOMED

Zur systematischen Dokumentation medizinischer Sprache muß oft eine formale Sprache bzw. ein formales Modell zugrunde gelegt werden. Die Art der ‚Verbindlichkeit‘ einer Dokumentation wird durch das Zugrundelegen einer systematischen Begriffsordnung sichergestellt; man unterscheidet dabei zwei Arten von Schlüsselsystemen: sogenannte Klassifikationen und Nomenklaturen. Klassifikationen und Nomenklaturen sind systematische Ordnungen von Begriffen nach vordefinierten Merkmalen. Sie unterscheiden sich im Vorgang der Kennzeichnung einer sprachlichen Aussage, z. B. einer Diagnose. Bei der Klassierung wird die Diagnose genau einer Diagnosenklasse der Diagnosenklassifikation zugeordnet; bei der Indexierung wird die Diagnose mit einer beliebigen Anzahl Indizes einer Nomenklatur inhaltlich gekennzeichnet. Der Klassierung bzw. der Indexierung folgt üblicherweise die Codierung, d. h. die Zuweisung der entsprechenden Codes der Klassifikation bzw. der Nomenklatur.

Bekannteste Diagnosenklassifikation ist die Internationale Klassifikation der Krankheiten, Verletzungen und Todesursachen (ICD, ([4])). Die ICD-Klassierung von Diagnosen ist jetzt durch das Gesundheitsstrukturgesetz sowohl für die Einweisungs- und Entlassungsdiagnosen stationär behandelter PatientInnen als auch für Diagnosen ambulant behandelter PatientInnen vorgeschrieben. In der Neurochirurgie wird häufig das neurologisch-neurochirurgische Diagnosenverzeichnis ([5]) für die Diagnosenklassierung verwendet. In dieser Klassifikation existiert eine eindeutige Zuordnung der Diagnosenklassen zu ICD-Klassen. Eine wichtige medizinische Nomenklatur ist die Systematisierte Nomenklatur der Medizin (SNOMED, ([7], [8])).

Beide Arten von Schlüsselsystemen erlauben eine patientenübergreifende Dokumentation von Diagnosen. Klassifikationen eignen sich besonders zur Anwendung statistischer Methoden. Für das Wiederfinden von Dokumenten von PatientInnen mit bestimmten Diagnosen bzw. Teilaspekten von Diagnosen (Retrieval) eignen sich besonders Nomenklaturen, jedoch auch Klassifikationen.

2.2 Das neurologisch-neurochirurgische Diagnosenverzeichnis

Das neurologisch-neurochirurgische Diagnosenverzeichnis ([5]) ist eine zweidimensionale Klassifikation. Für die Codierung stehen siebenstellige Codes zur Verfügung. Die ersten drei Stellen des Codes bezeichnen Gruppendiagnosen; die vierte Stelle erlaubt eine artdiagnostische Gliederung. Zur näheren Bezeichnung einer Lokalisation dienen die fünfte und sechste Stelle. Hierfür stehen mehrere Lokalisationstabellen zur Verfügung. Die Wahl der zutreffenden Tabelle wird mit der Klassierung der Gruppendiagnose festgelegt. Mit der siebenten Stelle kann die affizierte Körperseite angegeben werden. Die Beispieldiagnose ‚Aneurysma der Arteria carotis interna‘ wird dann wie folgt codiert: 168.3.09.5. Dieser Code steht für die Klassierung (siehe Abbildung 1)

Stelle 1 bis 3:	168	Intrakranielle Gefäßaffektionen (auch Arteria carotis externa)
Stelle 4	.3	Aneurysma, nicht näher bezeichnet/klassifizierbar
Stelle 5 und 6	.09	Arteria carotis interna, o. n. A. (Tabelle 1.: Zirkulationsstörungen und Gefäßaffektionen des Gehirns; Für die Diagnose-Nummer 160–169)
Stelle 7	.5	ohne Seitenangabe

2.3 Die SNOMED

Der Aufbau der Systematisierten Nomenklatur der Medizin (SNOMED, ([7], [8]) ist durch mehrere hierarchisch geordnete Begriffsdimensionen gekennzeichnet. Es stehen die 7 Dimensionen Topographie (T), Morphologie (M), Ätiologie (E), Funktion (F), Krankheit (D), Prozedur (P) und Beruf (J) für die Indexierung zur Verfügung, die über eine Aussagenstruktur zu einer medizinischen Aussage verknüpft werden können. Ein vereinfachtes Aussagenmodell der SNOMED könnte lauten: *Eine Prozedur (P) für eine morphologische Veränderung (M) in einer Lokalisation (T) verursacht durch ein Agens (E) verbunden mit einer Funktionsstörung (F)* ([8]). Für die Codierung stehen sechs-stellige Codes zur Verfügung: die erste Stelle bezeichnet die Dimension, die weiteren fünf Stellen bezeichnen den Platz eines Begriffes in der hierarchischen Begriffsordnung: Beispiel: Die Diagnose ‚Aneurysma der Arteria carotis interna‘ wird mit den Indizes M32400 („Aneurysma“) und T45300 („Arteria carotis interna“) indexiert.

2.4 Retrieval mit Hilfe von Klassifikation oder Nomenklatur

Das Retrieval bezeichnet den Vorgang des Wiederfindens von Dokumenten innerhalb größerer Datensammlungen gemäß bestimmter Fragestellungen. Bei der Suche nach PatientInnen mit bestimmten Teilaspekten oder Kombinationen von Diagnosen ist es angebracht, Abfragen über Patientendatenbanken, in denen die Diagnosen gespeichert sind, vorzunehmen. Die Diagnosen der Patientendatenbank können nach der Klassifikation klassiert, nach einer medizinischen Nomenklatur indexiert oder nur im Klartext gespeichert sein. Die daraus resultierenden verschiedenen Suchstrategien sollen an zwei Beispielen erläutert werden. Sind alle PatientInnen mit der Diagnose ‚Aneurysma der Arteria carotis interna‘ gesucht, so ist es bei der Suche mit Hilfe des neurologisch-

<div> 168 Intrakranielle Gefäßaffektionen .1 Aneurysma, angeboren .2 Aneurysma, erworben .3 Aneurysma, nicht näher bezeichnet/klassifizierbar .4 Angiome, (arteriovenös, razemös, kavernös) .9 Nicht näher bezeichnete/klassifizierte Gefäßaffektionen. </div>
<p>Affektionen des Nervensystems und der quergestreifen Muskulatur; psychiatrische Störungen (Ausschnitt des Abschnitts A: 1.—4. Stelle)</p>
<div> 01. Aortenbogen 02. Truncus brachio cephalicus 03. Arteria subclavia 04. Arteria carotis communis 05. Arteria carotis externa 06. Arteria carotis interna, insgesamt 07. Arteria carotis interna, Kanalabschnitt 08. Arteria carotis interna, Syphonabschnitt 09. Arteria carotis interna, o. n. A. </div>
<p>Tabelle II. Zirkulationsstörungen und Gefäßaffektionen des Gehirns (Ausschnitt des Lokalisationsdiagnostischen Teils: 5. u. 6. Stelle)</p>
<div> 1 Unpaarige Struktur 2 Linkseitig 3 Rechtseitig 4 Beidseitig 5 Ohne Seitenangabe </div>
<p>Tabelle VII. Rechts-Links-Lokalisation (7. Stelle)</p>

Abbildung 1: Ausschnitt aus dem neurologisch-neurochirurgischen Diagnosenverzeichnis

neurochirurgischen Diagnosenverzeichnis notwendig, mehrere Diagnosenklassen abzufragen. Das ‚Aneurysma‘ kann in drei verschiedenen Klassen, die Lokalisation ‚Arteria carotis interna‘ in vier verschiedenen Klassen klassiert werden (siehe Abbildung 1). Wird nur nach der Diagnose ‚Erkrankung der Arteria carotis interna‘ gesucht, ergeben sich größere Probleme. Werden nun alle Diagnosen, denen bei der Codierung an 5. und 6. Stelle der Code ‚09‘ zugewiesen wurde, selektiert, erhalten wir einerseits eine Übermenge der für die Suchanfrage relevanten Diagnosen, da die Verwendung der entsprechenden Lokalisationstabelle von der Diagnosenklassierung abhängig ist. Andererseits sind alle Diagnosen, denen bei der Codierung unter Verwendung der Lokalisationstabelle an 5.

und 6. Stelle die Codes ,06‘, ,07‘ und ,08‘ zugewiesen wurden, relevant. Eine manuelle Selektierung der relevanten Diagnosen ist notwendig.

Die Suchstrategie nach SNOMED-Indizes erscheint hier wesentlich einfacher: im ersten Fall werden alle Diagnosen, denen die Indizes ,M32400‘ (,Aneurysma‘) und ,T45300‘ (,Arteria carotis interna‘) zugeordnet wurden, selektiert. Im zweiten Fall werden alle Diagnosen, denen der Index ,T45300‘ (,Arteria carotis interna‘) zugewiesen wurde, selektiert.

3. Automatische Indexierung von Diagnosen nach SNOMED

3.1 Die LBI-Methode

Im folgenden wird eine einfache Methode zur Lexika-Basierten Indexierung von Diagnosen – kurz LBI-Methode – mit Hilfe eines Beispiels vorgestellt. Die LBI-Methode basiert auf der Verarbeitung von Lexika. Sie ist in drei Schritte gegliedert: die Vorverarbeitung, die morphologische Analyse und die semantische Analyse (siehe Abbildung 2). Zugrundeliegende Nomenklatur ist die Systematisierte Nomenklatur der Medizin (SNOMED). Eine detaillierte Beschreibung der Methodik befindet sich in [1], [3].

Anhand einer Beispieldiagnose (,Cavernomexstirpation der Schädelkalotte rechts frontal‘) soll die Struktur der LBI-Methode erläutert werden (siehe Abbildung 2). In der Vorverarbeitung wird die Eingabezeichenkette, d. h. die Diagnose, in einzelne Wörter zerlegt, Abkürzungen werden aufgelöst und es wird eine orthographische Normierung zur Vereinheitlichung von Schreibweisen (,Schädelkalotte‘ wird zu ,schaedelcalotte‘) durchgeführt. Ausgabe der Vorverarbeitung ist die Menge der *orthographisch normierten Wörter* (,cavernomexstirpation der schaedelcalotte rechts phrontal‘).

In der morphologischen Analyse werden zusammengesetzte Wörter zerlegt (,cavernomexstirpation‘ wird in ,cavernom‘ und ,exstirpation‘ zerlegt), Suffixe (,phrontal‘ wird zu ,phront‘) und für eine SNOMED-Indexierung nicht relevante Wörter entfernt. Ausgabe

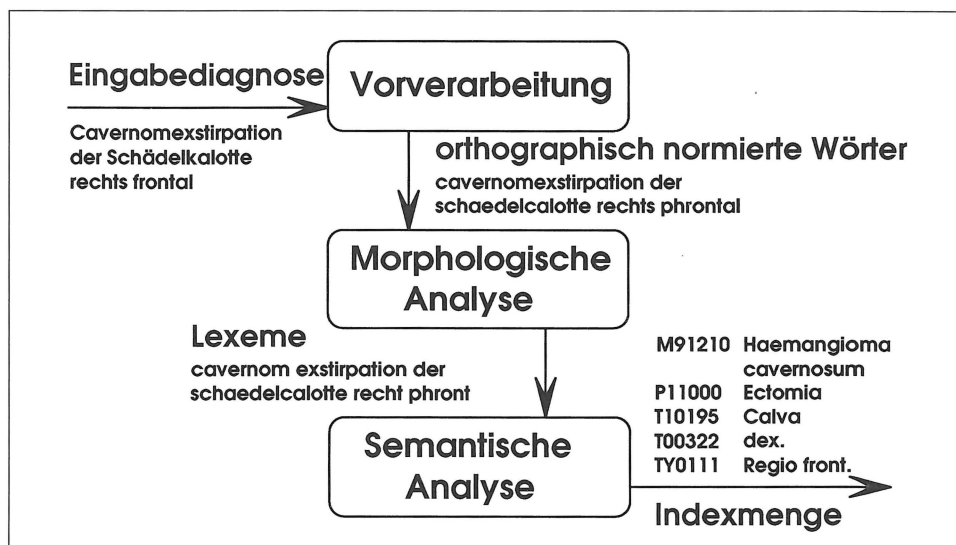


Abbildung 2: Struktur der LBI-Methode

der morphologischen Analyse ist ein Tupel von *Lexemen* („cavernom exstirpation der schadelcalotte recht phront“). Die semantische Analyse sucht die SNOMED-Indizes (z. B. „cavernom“ – „M91210“). Ergebnis der semantischen Analyse ist die *Indexmenge* ({M91210, P11000, T10195, T00322, TY0111}). Im Beispiel der Abbildung 2 wurde den Indizes die jeweilige Vorzugsbezeichnung des SNOMED-Eintrages zugeordnet.

3.2 Realisierung

Die LBI-Methode wurde als ‚System zur automatischen lexikabasierten Indexierung von Diagnosen Heidelberg‘ (kurz ‚SALBIDH‘) realisiert. Seit Ende 1991 befindet sich SALBIDH im Probetrieb. Es ist als Teil des Subsystems ‚Basisdokumentation‘ des Heidelberger Klinikuminformationssystems implementiert und kann somit jederzeit in den Routinebetrieb übernommen werden. SALBIDH wurde unter der Entwicklungsumgebung NATURAL2 und dem Datenbanksystem ADABAS entwickelt.

3.3 Ergebnisse aus einer Evaluationsstudie

In einer Evaluationsstudie ([2], [3], [6]) wurde einerseits die Qualität der automatischen Indexierung im Vergleich zur manuellen Indexierung ermittelt und andererseits die Retrievalleistung gemessen. In dem ersten Teil der Studie wurde die Qualität der automatischen Indexierung untersucht. Bei 396 Diagnosen wurde automatische und manuelle Indexierung verglichen. Es waren 53% der Diagnosen richtig, 39% der Diagnosen teilweise richtig und nur 8% der Diagnosen falsch indexiert. Eine Fehleranalyse ergab, daß zwar die LBI-Methode Mängel zeigte, die Fehler aber oftmals auf fehlerhafte Einträge in den verwendeten Lexika und auf andere Gründe (umgangssprachliche Formulierungen, Erfassungsfehler oder Unvollständigkeit der SNOMED) zurückzuführen waren (siehe Abbildung 3).

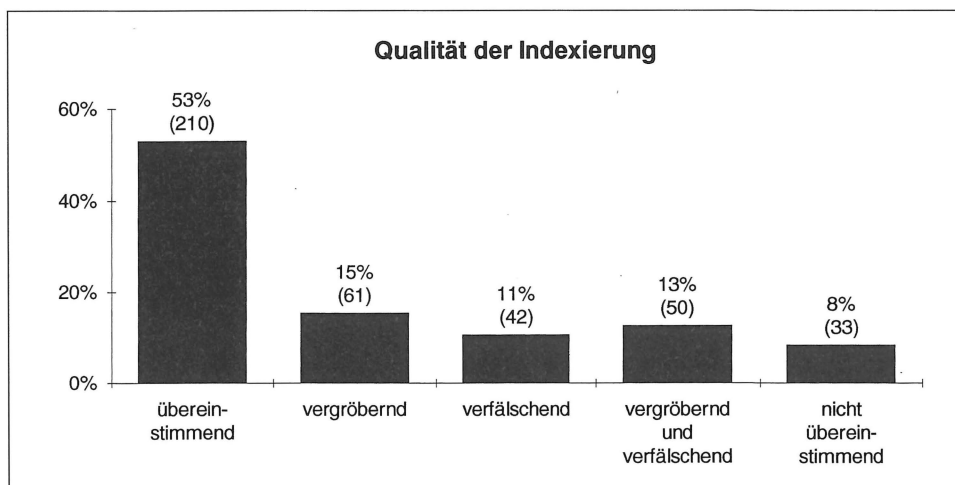


Abbildung 3: Automatische Indexierung im Vergleich zur manuellen Indexierung (396 kurz formulierte Entlassungsdiagnosen)

In dem zweiten Teil der Studie wurde die Retrievalleistung gemessen. Die Retrievalleistung wurde mit den Maßen Präzision und Vollständigkeitsrate beschrieben. Die Präzision gibt dabei das Verhältnis von nachgewiesenen, für die Suchanfrage relevanten Diagnosen zur Gesamtzahl der nachgewiesenen Diagnosen an. Die Vollständigkeitsrate beschreibt das Verhältnis von nachgewiesenen, für die Suchanfrage relevanten Diagnosen zur Gesamtzahl der relevanten Diagnosen.

Bei den Retrievaluntersuchungen wurde mit 17 Suchanfragen in 3462 Diagnosen mittels Suche über automatisch erstellte SNOMED-Indizes, über ICD-Klassen und mittels Klartextsuche recherchiert. Das Retrieval über SNOMED-Indizes konnte besonders hinsichtlich der Präzision überzeugen, hinsichtlich der Vollständigkeitsrate waren die Recherchen mittels ICD-Klassierung erfolgreicher. Letzteres lag an der noch ungenügenden Indexierungsqualität der automatischen Indexierung. Mit der besonders aufwendigen Klartextsuche (es wurde sowohl nach möglichst vielen, die Suchanfragen entsprechenden, synonymen Begriffen als auch nach allen bekannten Schreibweisen dieser Begriffe gesucht) wurden für beide Kriterien, d. h. für Präzision und Vollständigkeitsrate, relativ gute Ergebnisse erzielt (siehe Abbildung 4).

4. Diskussion

Die Qualität der automatischen Indexierung mit dem System SALBIDH ist zum jetzigen Zeitpunkt noch nicht so gut, daß sie den Einsatz in Routine erlauben würde. Die Betrachtung der Fehlerquellen läßt jedoch vermuten, daß durch Überarbeitung der verwendeten Lexika und geringfügige Modifikationen und Ergänzungen der LBI-Methode eine beträchtliche Steigerung der Qualität zu erreichen ist. Die Ergebnisse der Retrievaluntersuchungen zeigen besonders deutlich, daß bei einem Retrieval über SNOMED-Indizes sehr gute Ergebnisse hinsichtlich der Präzision zu erreichen sind. Die noch ungenügenden Werte der Vollständigkeitsrate werden bei der Verbesserung der Qualität der Indexierung ausreichende Werte annehmen können. Die relativ guten Ergebnisse der Klartextsuche sind mit dem besonders hohen Aufwand dieser Recherchen zu erklären. Dieser hohe Aufwand wird den Einsatz der Klartextsuche nur in ausgewählten Fragestellungen rechtfertigen.

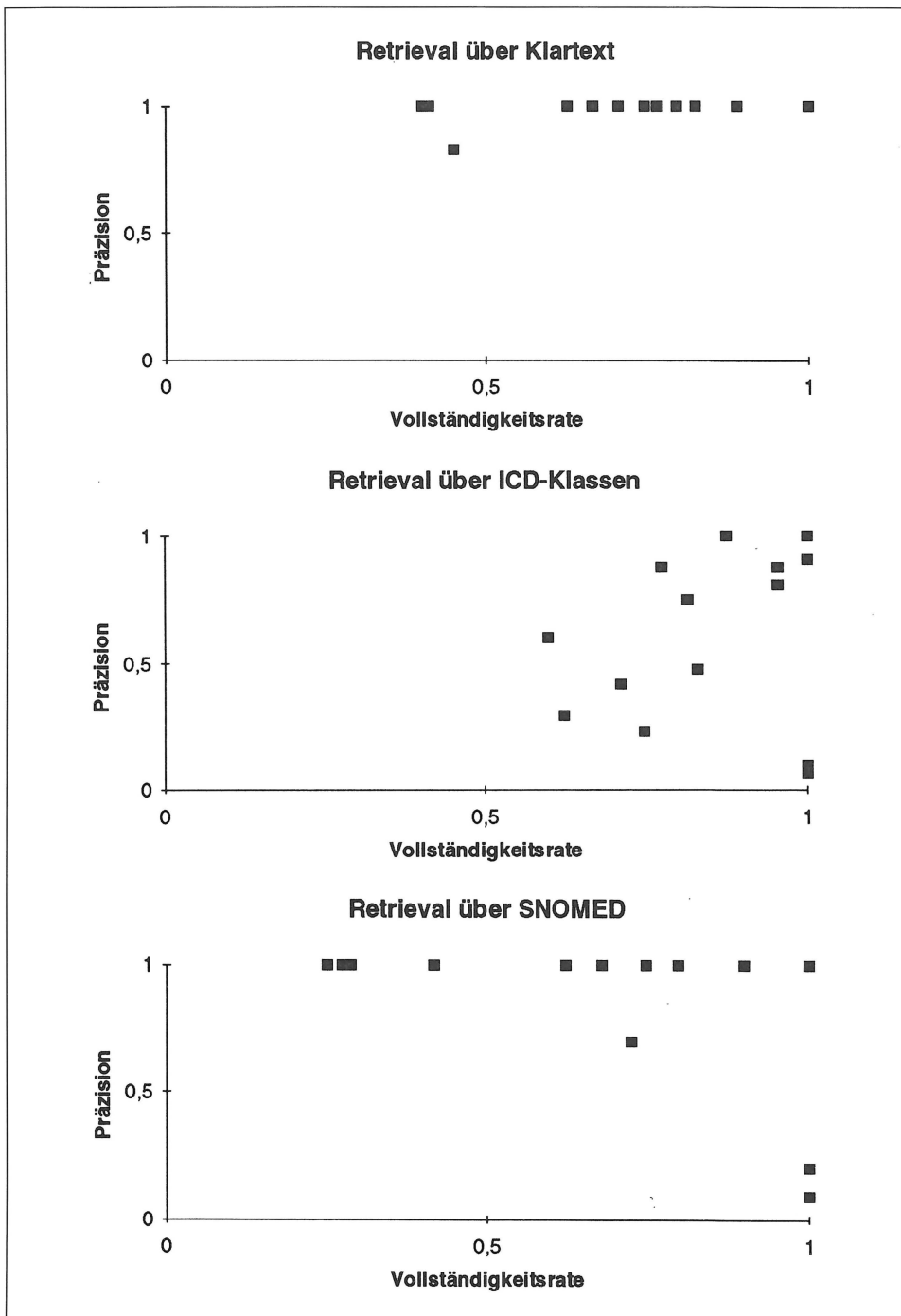
Dies spricht für die Weiterentwicklung der LBI-Methode und Verbesserung des Systems SALBIDH. Mit dem System SALBIDH stehen der Diagnosendokumentation neue Möglichkeiten für das Retrieval von Krankenakten zur Verfügung. Der Einsatz dieses Systems bedeutet für die Dokumentation der Diagnosen keinen besonderen Mehraufwand. Da herkömmlichen Klassierungsverfahren weiterhin für Aufgaben statistischer Auswertungen zur Verfügung stehen müssen, liegt es nahe, über einen parallelen Einsatz der automatischen Indexierung nach SNOMED nachzudenken.

Für die Dokumentation neurochirurgischer Diagnosen wird empfohlen, die fachspezifische Klassifikation, d. h. das neurologisch-neurochirurgische Diagnosenverzeichnis, zu wählen und damit gleichzeitig über die gesetzlich vorgeschriebene ICD-Klassierung zu verfügen. Zusätzlich kann für eine bessere Unterstützung für Suchanfragen eine SNOMED-Indexierung vorgenommen werden.

Danksagung

Unser Dank gilt Herrn J. Ingenerf, Aachen, für die Überlassung der Lexika, Herrn Prof. Roebuck, Heidelberg, für seine statistischen Beratungen und Herrn Prof. Gaus, Ulm, für seine Beratungen bezüglich der Retrievaluntersuchungen und die zur Verfügung gestellten Suchanfragen.

Abbildung 4: Ergebnisse der Retrievaluntersuchungen (17 Suchanfragen, 3462 Diagnosen; bei einer Suchanfrage gab es keine relevanten Diagnosen)



Literatur

- [1] BRIGL, B. (1992): *Eine Methode zur automatischen lexikabasierten Indexierung von Diagnosen*. Bericht 1/1992 der Abteilung Medizinische Informatik der Universität Heidelberg.
- [2] BRIGL, B., MIETH, M., GLÜCK, E., HAUX, R. (1992): Automatische lexikabasierte Indexierung von Diagnosen: Methodik und Evaluation. In: MICHAELIS, J.: Europäische Perspektiven der Medizinischen Informatik, Biometrie und Epidemiologie. Tagungsband der 37. Jahrestagung der Deutschen Gesellschaft für Medizinische Informatik, Biometrie und Epidemiologie (GMDS) e. V. München: MMW-Verlag.
- [3] BRIGL, B., MIETH, M., GLÜCK, E., HAUX, R. (1992): The LBI-Method for the automated indexing of Diagnoses: Design, Realization and Evaluation. In Vorbereitung.
- [4] Bundesminister für Jugend, Familie und Gesundheit (Hrsg.) (1986): Internationale Klassifikation der Krankheiten, Verletzungen und Todesursachen (ICD), 9. Revision. Köln: Kohlhammer.
- [5] Deutsche Gesellschaft für Neurologie und Deutsche Gesellschaft für Neurochirurgie (1987) (Hrsg.): Neurologisch-neurochirurgisches Diagnosenverzeichnis in Verbindung mit dem Operationsschlüssel. Hamburg, Düsseldorf.
- [6] MIETH, M. (1992): Evaluation des Systems SALBIDH (Arbeitstitel). Medizinische Dissertation an der Universität Heidelberg. In Vorbereitung.
- [7] WINGERT, F. (1984) (Hrsg.): Systematisierte Nomenklatur der Medizin: SNOMED, Band I und II. Berlin: Springer.
- [8] WINGERT, F. (1984): SNOMED — Manual. Berlin: Springer.

Anschrift des ersten Verfassers: Markus Mieth, Universität Heidelberg, Institut für Medizinische Biometrie und Informatik, Abteilung Medizinische Informatik, Im Neuenheimer Feld 400, W-6900 Heidelberg

Erstellung einer strukturierten Diagnosenstatistik durch Nutzung der Struktur des Diagnoseschlüssels für Neurologie und Neurochirurgie

**Creation of a structured diagnoses statistic using
the logical structure of the diagnoses code
of the German Association for Neurology and Neurosurgery**

M. Meyer¹; L. Horbach¹; Ch. Lang²; B. Wentz¹

Kurztitel:

Strukturierte Diagnosenstatistik

Short title:

Structured diagnoses statistic

Schlüsselwörter:

Diagnosenstatistik, Dokumentation, Schlüsselsysteme

Key words:

diagnoses statistics, documentation, coding systems

Zusammenfassung

Der Diagnoseschlüssel der Deutschen Gesellschaft für Neurologie und Neurochirurgie (DGN) teilt Diagnosen bezüglich des Kriteriums Lokalisation in acht klar definierte Klassen ein. Innerhalb der Klassen findet eine streng hierarchische Differenzierung bis zu den maximal vierstelligen Diagnosecodes statt. Die logische Hierarchie wird durch die Kodierung exakt repräsentiert.

Eine solche inhaltliche Struktur ist bei der ICD-Klassifizierung nur in Teilbereichen verwirklicht. Insbesondere die Definition der 17 ICD-Klassen folgt keinem einheitlichen Kriterium, es wird bei einigen Klassen die Lokalisation, bei anderen die Art des

¹) Institut für Medizinische Statistik und Dokumentation, Universität Erlangen-Nürnberg, Waldstraße 6, 8520 Erlangen

²) Neurologische Klinik mit Poliklinik, Universität Erlangen-Nürnberg, Schwabachanlage 6, 8520 Erlangen

Krankheitsprozesses zur Einteilung verwendet. Eine hierarchische Kodierung ist erst ab der dritten Stelle des ICD-Codes zu finden.

Eine Diagnosenstatistik auf ICD-Basis kann daher weitgehend nur aus einer Liste von unabhängigen Einzeleinträgen bestehen.

Für die Dokumentation der Neurologischen Klinik der Universität Erlangen-Nürnberg wurde dagegen eine Form der Diagnosenstatistik entwickelt, die die Struktur des verwendeten DGN-Schlüssels direkt widerspiegelt. In übersichtlicher Form stehen nicht nur die Häufigkeiten der detaillierten Diagnosen, sondern gleichzeitig Informationen über Krankheitsgruppen und -klassen zur Verfügung. Redundanz der Diagnosentexte wurde bei zusammengehörigen Einträgen soweit wie möglich vermieden.

Summary

The diagnoses code of the German Association for Neurology and Neurosurgery (DGN) arranges all diseases in eight well defined topographic classes. Each class is divided into subclasses, three or four class levels are used for this differentiation. The resulting hierarchical structure is exactly represented by the three- or four-digit DGN-codes.

The International Classification of Diseases (ICD) does not define the main classes by a single criterion: Topography is used for the first classes, nosology for others. Hierarchical coding is realized only for the third and fourth digit of ICD-codes.

An ICD-based diagnoses statistic usually contains only a list of independent diagnoses-items. For the medical documentation at the department of Neurology of the University Erlangen-Nürnberg we developed a form of diagnoses statistics, which directly represents the logical structure of DGN diagnoses codes. Diagnoses frequencies are simultaneously presented with informations about classes and subclasses. Redundancy of diagnoses texts within subclasses has been minimized.

Einleitung

Werden Diagnoseangaben als Freitext gespeichert, so läßt sich zwar jeder Einzelfall ohne Informationsverlust dokumentieren, Auswertungen und Recherchen im gesamten Krankengut sind jedoch erschwert. Erst eine semantische Kategorisierung der Informationen (WINGERT, 1984) ermöglicht z. B. die Auswahl bestimmter Patientenkollektive. Dies wird durch die Zuordnung zu Krankheitsklassen und Krankheitskategorien erreicht. Klassen und Kategorien werden kodiert und durch geeignete Schlüsselsysteme repräsentiert.

Die heute in der Medizin gebräuchlichen Schlüsselsysteme weisen je nach Anwendungsbereich, für den sie konzipiert wurden, eine oft sehr verschiedene inhaltliche und logische Struktur auf. So hat die *International Classification of Diseases* (ICD) als international einheitlich verwendeter Diagnosenschlüssel die Hauptzielsetzung, das gesamte Krankheitsspektrum ausreichend abzudecken. Es können aber nicht alle Detailierungswünsche von Spezialfächern der Medizin bis ins feinste berücksichtigt werden. Daher wurden für viele Bereiche fachspezifische Schlüssel entwickelt, im günstigsten Fall zumindest national einheitlich, oft aber auch nur lokal für eine bestimmte Klinik.

Das *neurologisch-neurochirurgische Diagnosenverzeichnis* der Deutschen Gesellschaft für Neurologie und der Deutschen Gesellschaft für Neurochirurgie (DGN) ist ein Beispiel eines für fachspezifische Belange spezialisierten Diagnosenschlüssels, es soll neben der Verwendung in der medizinischen Dokumentation auch der Vereinheitlichung des Sprachgebrauchs auf dem nervenheilkundlichen Gebiet dienen.

Vergleich der Diagnoseschlüssel ICD und DGN

Für die medizinische Dokumentation an der Neurologischen Klinik der Universität Erlangen kommen zwei Diagnoseschlüssel in Frage: Die Internationale Klassifikation der Krankheiten (ICD) und das neurologisch-neurochirurgische Diagnosenverzeichnis (DGN). Zur Beurteilung ihrer Eignung für Dokumentationszwecke lassen sich verschiedene Gesichtspunkte betrachten:

- Inhaltliche Kriterien:
 - Die ICD-Klassifizierung ist notwendig, um die Anforderungen der Bundespflege-satzverordnung zu erfüllen, dagegen ist der DGN-Code besser zur fachinternen Dokumentation und Kommunikation geeignet.
 - Der ICD-Diagnoseschlüssel ist nicht tief genug differenziert, um das für Neurologen und Neurochirurgen relevante Krankheitsspektrum adäquat abzudecken. Der DGN-Schlüssel wurde dagegen speziell nach fachspezifischen Erfordernissen erstellt und weist daher eine meist ausreichende Differenzierung auf.
 - Für die weltweite wissenschaftliche Kommunikation ist die Verwendung internationaler Standards von erheblicher Bedeutung. Die ICD stellt daher für viele Anwendungszwecke ein wertvolles Instrument dar. Die DGN-Klassifizierung ist immerhin auf nationaler Ebene durch mehrere Fachgesellschaften als Standard etabliert und deshalb den vielerorts existierenden lokalen Schlüsselssystemen vorzuziehen.
- Strukturelle Kriterien
 - Zwar sind sowohl ICD als auch DGN hierarchisch aufgebaut, sie weisen aber deutliche Unterschiede in ihrer Struktur auf: Für die ICD wurden die charakteristischsten Krankheitsgruppen als Klassen definiert. Dabei kommen die Kriterien Topographie und Nosologie zur Anwendung. Die Klassendefinition des DGN-Verzeichnisses benutzt nur das Kriterium Topographie und kann daher leichter die Disjunktheit der Klassen erreichen.
 - Die hierarchische Struktur des neurologisch-neurochirurgischen Diagnosenverzeichnisses (Abb. 1) wird durch die Kodierung direkt repräsentiert (*Hyponymie*: Der einem Oberbegriff zugeordnete Code ist der Anfang aller Codes der zugehörigen Unterbegriffe (WINGERT, 1984). ICD-Codes besitzen diese Eigenschaft nicht.
 - Die einzelnen ICD-Kategorien sind meist fortlaufend numeriert, wobei nur wenige Lücken für Erweiterungen frei sind (Beispiel: Für AIDS konnte kein eigener dreistelliger Code zugeordnet werden). Die 10. Revision der ICD wird in dieser Hinsicht zwar besser strukturiert sein, dafür muß aber auf Kompatibilität mit der noch aktuellen 9. Revision verzichtet werden.
Der hierarchische Aufbau des DGN-Schlüssels ermöglicht dagegen an fast allen Stellen Erweiterungen, ohne die bisherige Code-Struktur ändern zu müssen.

Datenfluß

An der Neurologischen Klinik der Universität Erlangen wird für interne Dokumentationszwecke das neurologisch-neurochirurgische Diagnosenverzeichnis verwendet. Parallel dazu mußte bisher die ICD-Kodierung an die Klinikverwaltung abgegeben werden. Diese Doppelklassifizierung ist für die beteiligten Ärzte eine unbefriedigende Lösung und sehr fehleranfällig durch die leicht mögliche Verwechslung der Schlüsselssysteme. Eine Analyse des Datenflusses (Abb. 2) zeigt jedoch, daß die ICD-Kodierung nur an einer einzigen Stelle benötigt wird, nämlich zur Erstellung der Diagnosenstatistik nach der Bundespflege-satzverordnung (BpflV). Indem lediglich an dieser Stelle eine auto-

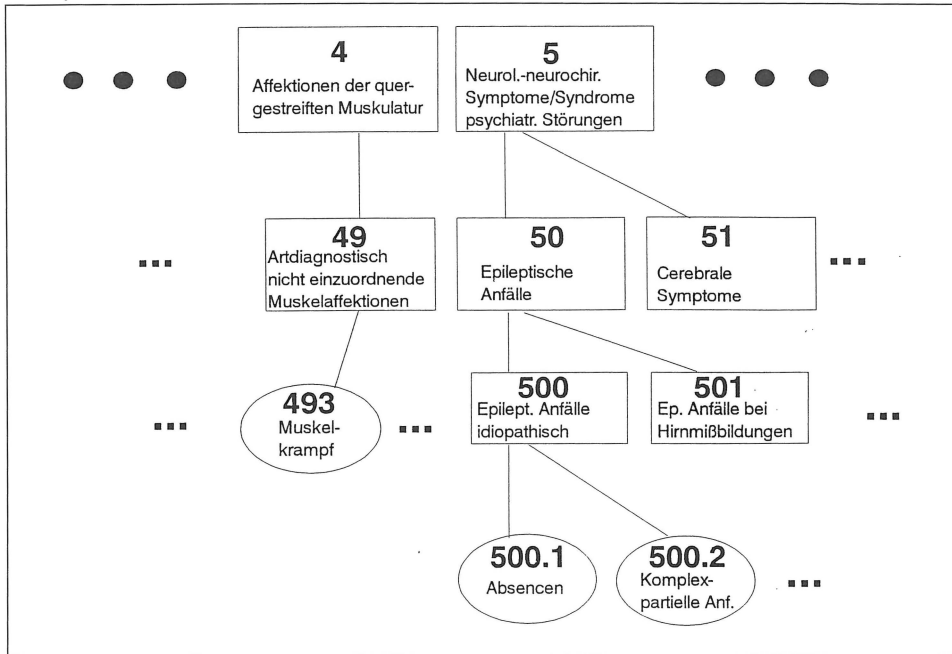


Abbildung 1: Hierarchische Schlüsselstruktur

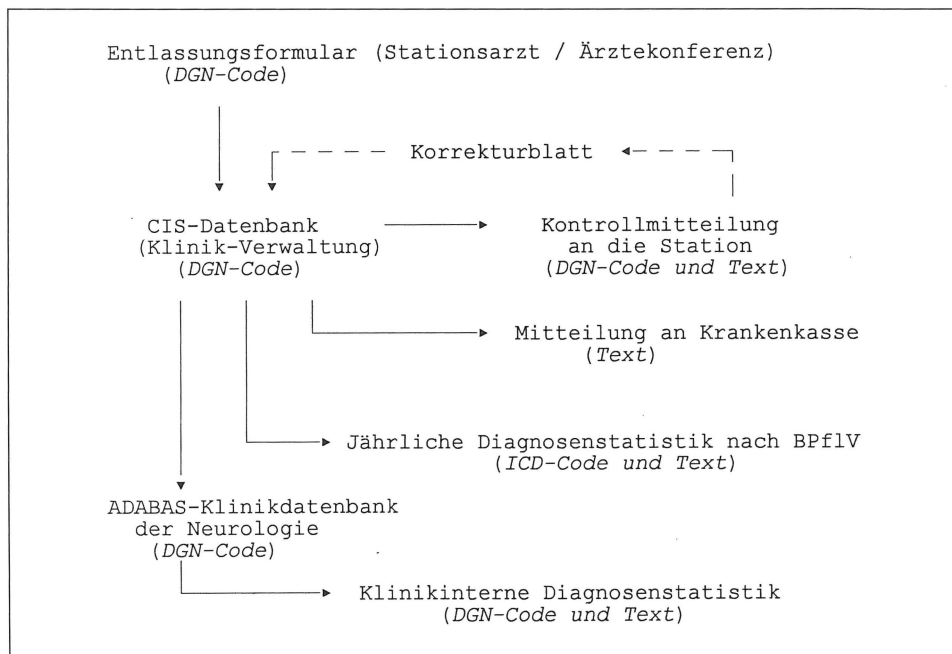


Abbildung 2: Weg der Entlassungsdiagnose(n)

Ausschnitt aus der Diagnosenstatistik (Hauptdiagnose)

Zeitraum 1.1.1991 - 31.12.1991

1871 Behandlungsfälle

DGN	Text	Anzahl	Summe	Summe Gruppe	Summe Klasse
49	Artdiagnostisch (pathogenetisch) nicht einzuordnende Muskellaffektionen			2	
493	Muskelkrampf	1			
499	Nicht näher bezeichnete/klassifizierbare Muskellaffektionen	1			
5	Neurolog.-Neurochirurg.Symptome/Syndrome, Psychiatr.Störung.			249	475
50	Epileptische Anfälle				
500	Epileptische Anfälle idiopathisch		13		
500.1	Absencen	3			
500.2	Komplex partielle Anfälle	1			
500.3	Grand-mal-Anfälle	8			
500.5	Myoklonische Anfälle	1			
501	Epilept. Anfälle bei Hirnmissbildungen und Residualschäden		31		
501.1	Absencen	1			
501.2	Komplex partielle Anfälle	15			
501.3	Grand-mal-Anfälle	13			
501.4	Einfach partielle Anfälle	1			
501.5	Myoklonische Anfälle	1			
502	Posttraumatische Anfälle		14		

Abbildung 3: Ausschnitt aus der klinikinternen Diagnosenstatistik

matische Übersetzung in ICD-Codes realisiert wurde, konnte die Diagnosendokumentation an der Neurologischen Klinik auf die ausschließliche Verwendung des DGN-Codes umgestellt werden. Das entsprechende Programm nutzt eine Übersetzungstabelle, die zu jedem DGN-Code den korrespondierenden ICD-Code enthält.

Diagnosenstatistik

Die klinikinterne Diagnosenstatistik stellt ein Modul der mit ADABAS/NATURAL realisierten Klinikdatenbank dar. Der gewünschte Berichtszeitraum ist frei wählbar. In der erzeugten Liste sind übersichtlich neben den detaillierten Einzeldiagnosen alle zugehörigen Oberbegriffe und die entsprechenden Summenhäufigkeiten enthalten. Die Struktur des DGN-Schlüssels wird direkt wiedergegeben.

Im neurologisch-neurochirurgischen Diagnosenverzeichnis enthalten die Diagnosentexte für Codes der untersten Hierarchiestufe oft nicht die vollständige Information über eine Diagnose (z. B. 500.1/501.1, Abb. 3), sie sind erst zusammen mit den Oberbegriff interpretierbar (z. B. 500/501). Bei Einzelabfragen von Patientendaten in der Datenbank müssen solche Diagnosenangaben zusammengefaßt dargestellt werden. In der Diagnosenstatistik ist dies nicht notwendig, da der jeweilige Kontext durch die Strukturierung immer ersichtlich ist. Redundanz der Diagnosentexte konnte somit vermieden werden.

Zur Ermittlung der Summenhäufigkeiten sind prinzipiell zwei Algorithmen möglich:

- Zählen mit anschließender Summierung:
Klassen-, Gruppen- und Untergruppenhäufigkeiten werden erst nach dem Zählen durch Addieren der Häufigkeiten der jeweils untergeordneten Begriffe gebildet.
Vorteil: schnellere Zählung
Nachteil: Rechendurchgang vor Weiterverarbeitung nötig
- Simultanes Zählen:
Für jede gezählte Diagnose werden gleichzeitig die Zählfelder der übergeordneten Begriffe um 1 erhöht.
Nachteil: etwas erhöhter Zählaufwand
Vorteil: Weiterverarbeitung sofort möglich

Für die hier beschriebene Diagnosenstatistik wurde das Verfahren des simultanen Zählens gewählt. Es ist mit der DGN-Kodierung besonders leicht durchführbar, da die Codes der Oberbegriffe immer als Anfangsstücke in den Diagnosecodes enthalten sind. Werden beim Zählen Codes gefunden, die nicht im DGN-Schlüssel enthalten sind, so werden sie zusammen mit der Personenidentifikation und der Stationskennung in eine gesonderte Liste geschrieben, um diese Fälle überprüfen und korrigieren zu können.

Literatur

- ARBEITSGEMEINSCHAFT DIAGNOSENSTATISTIK (1992): Diagnosenstatistik – Einsatz im Krankenhaus und für Pflegesatzverhandlungen, Hrsg.: Der Bundesminister für Gesundheit, Nomos-Verlags-Gesellschaft, Baden-Baden.
- WINGERT, F. [Bearb.] (1984): SNOMED – Systematisierte Nomenklatur der Medizin, Bd. 1. Numerischer Index, Springer-Verlag Berlin Heidelberg.

Anschrift des ersten Verfassers: Dr. M. Meyer, Institut für Medizinische Statistik und Dokumentation, Universität Erlangen-Nürnberg, Waldstraße 6, 8520 Erlangen

BUCHBESPRECHUNGEN/BOOKREVIEWS

BÜNING, H.

Robuste und adaptive Tests

Verlag Walter de Gruyter Berlin, New York, 1991

Mit dem vorliegenden Buch will Herbert Büning dazu beitragen, den neueren Entwicklungen auf dem Gebiet der statistischen Tests, die er der dritten und vierten Epoche der Statistik zurechnet, in der praktischen Anwendung zum Durchbruch zu verhelfen. Beginnt man die Betrachtung, wie Büning, mit den auf der Normalverteilungsannahme basierenden Ansätzen, so folgt als zweite Epoche die Einführung von Rangstatistiken, denen schwerpunktmäßig das 1978 erschienene Buch von Büning und Trenkler über „Nichtparametrische Statistische Methoden“ gewidmet war. Die dritte Epoche bilden dann die auf den Arbeiten von Tukey und Huber aufbauenden robusten Verfahren, und die vierte und neueste Epoche wird repräsentiert durch die adaptiven Methoden.

Das Buch richtet sich vorwiegend an Anwender, jedoch werden vom Leser gewisse Grundkenntnisse der statistischen Inferenz, insbesondere der Tests, vorausgesetzt.

Das Buch zeichnet sich durch eine klare Gliederung aus. In einem kurzen einführenden Kapitel werden nach der erwähnten historischen Betrachtung die Begriffe parametrisch, nichtparametrisch, robust und adaptiv abgegrenzt und reale Datenbeispiele aus der Literatur vorgestellt, auf die in den weiteren Kapiteln immer wieder Bezug genommen wird. Mit ca. 200 (von insgesamt 340) Seiten bilden die Ausführungen über robuste Tests im zweiten Kapitel den Schwerpunkt des Buches. Nach der Vorstellung (zur Normalverteilung) alternativer Verteilungsmodelle (die Pearson-Typen, Verteilungen von Box und Tiao, R-S-T-Verteilungen und kontaminierte Normalverteilungen) werden in Abschnitt 2.3 die Levy-Distanz im Raum der Verteilungen und in Abschnitt 2.4 allgemeine Robustheitskonzepte eingeführt. Dabei spielen neben dem finiten Konzept der α - und β -Robustheit die finite und die asymptotische relative Effizienz sowie die Influenzfunktion von Teststatistiken eine wichtige Rolle. In diesem Bereich werden etwas höhere Anforderungen an den Leser gestellt als im Rest des Buches. Allerdings tragen jeweils durchdiskutierte Beispiele sehr zur Veranschaulichung bei.

In den anschließenden Abschnitten werden Lage- und Skalentests im Ein-, Zwei- und c-Stichprobenproblem behandelt. Die Darstellung beginnt jeweils mit der für die Situation entsprechenden klassischen Vorgehensweise (t-Test, χ^2 -Test, F-Test, Kruskal-Wallis-Test, Bartlett-Test). Daran schließt sich an die Darstellung nichtparametrischer Alternativen (soweit vorhanden), basierend auf linearen Rangstatistiken.

Die dritte Gruppe bilden dann die robustisierenden Tests, basierend etwa auf getrimmten oder winsorisierten Versionen der t-Statistik, modifizierten Versionen der χ^2 -Statistik, der F-Statistik oder auf robusten Skalenmaßen und dem Prinzip von Levene. Einen wertvollen Bestandteil des Buches bilden die ausführlichen Zusammenstellungen der weit über die Literatur verstreuten empirischen Robustheitsstudien zu bestimmten Situationen oder Tests. Sie machen insgesamt etwa 75 Seiten des Buches aus und ermöglichen erstmals eine Gesamtschau der Vor- und Nachteile der verschiedenen Testprozeduren in unterschiedlichen Situationen, auch wenn das Studium der ausführlichen Tabellen, die man sich manchmal etwas ausführlicher kommentiert wünschen würde, vom Leser einige Geduld erfordert. Wer diese im ersten Durchsehen des Buches nicht aufbringen möchte, kann die zusammenfassende Lagebeurteilung des Autors aus den Abschnitten Resümee und Ausblick entnehmen, die sich jeweils anschließen. Am Ende des Kapitels 2 findet man noch einige ergänzende Ausführungen über robuste Regression, multivariate Versionen des Trimmens sowie robuste Schätzungen der Kovarianzmatrix und darauf basierende Tests. Das dritte Kapitel über adaptive Tests ist mit 70 Seiten einiges kürzer als das vorhergehende, was wohl darauf zurückzuführen ist, daß auf diesem Gebiet die methodischen Entwicklungen noch nicht soweit vorangetrieben sind. Ein weiterer Grund liegt darin, daß sich das Buch im wesentlichen auf die sogenannten grob adaptierenden Verfahren beschränkt. Bei diesen auf Hogg (1974) zurückgehenden Prozeduren wird eine Selektorstatistik berechnet, die unter der Nullhypothese unabhängig ist von einer Klasse verteilungsfreier Tests. Anschließend wird aus einer endlichen Anzahl von Rangstatistiken die für diesen Typ am besten geeignete ausgewählt und mit ihr der Test durchgeführt. Grundlegend ist dabei die Unabhängigkeit der Selektorstatistik von dieser verwendeten Teststatistik. Nach der Vorstellung des allgemeinen Konzepts werden in Abschnitt 3.3 eine Reihe von Maßzahlen zur Charakterisierung der Stärke der Tails und der Peakedness von Verteilungen vorgestellt. Daran schließt sich an die Darstellung der Anwendungen dieses Prinzips auf Lagetests im Ein- und Zweistichprobenproblem sowie auf Skalentests im Zweistichprobenproblem. Zu den letzten beiden Fragestellungen findet man denn auch die neuesten Literaturhinweise, so eigene Simulationsstudien sowie eine unveröffentlichte Diplomarbeit und eine Dissertation von Kössler an der Humboldt-

Universität Berlin, 1991. So kommt das Buch mit dem Ende auch zu den jüngsten Resultaten. Es ist zu wünschen, daß diese Ausführungen auch zur Verbreitung dieser Methoden in der Praxis beitragen.

Die Darstellung der sogenannten feinadaptierenden Verfahren, die auf einer Schätzung der Score-erzeugenden Funktion basieren, ist in dem Buch sehr kurz weggekommen. Aber ihre Aufnahme hätte den Rahmen des Buches gesprengt. Außerdem kann bezüglich dieser Verfahren auf eine Monographie von Behnen und Neuhaus aus dem Jahre 1989 verwiesen werden.

Im abschließenden vierten Kapitel wird noch einmal eine Zusammenfassung gegeben, es werden Resümees gezogen und Ausblicke auf weitere Entwicklungen wie etwa der Bootstrap, gegeben. Ein kurzer Anhang und ein sehr ausführliches Literaturverzeichnis schließen diese gelungene Monographie. Ihr und den darin vorgestellten neueren und neuesten Verfahren ist eine weite Verbreitung in der Praxis zu wünschen.

Siegfried Heiler, Konstanz

LORENZ, R. J.

Grundbegriffe der Biometrie

3. durchges. Aufl. 1992

Gustav Fischer Verlag, Stuttgart

ISBN 3-437-20487-4, 241 S., DM 34,80

Wenn man bedenkt, wieviel Schwierigkeiten den Studenten die Einführung in statistische Methoden bereiten, und weiß, wie groß die Probleme dann in der Praxis sind, diese Methoden auch korrekt anzuwenden, dann kann man dem Autor nur danken, daß er es unternommen hat, ein wirklich brauchbares Buch für die „Anwender“ zu schreiben. Daß jetzt schon die 3. Auflage vorliegt, zeigt, daß das Konzept dieses Buches, in dem auf mathematische Ableitungen verzichtet und mehr Wert auf die verbale Begründung der statistischen Methoden gelegt wird, für viele Anwender eine wirkliche Hilfe ist. Der gute didaktische Aufbau ermöglicht es dem Leser, die Anwendungskriterien der behandelten Verfahren zu erkennen, um im Einzelfall das Verfahren auszuwählen, das der gegebenen Problemstellung und der Art der Daten entspricht.

Inhalt: Biometrie, eine lästige Routine? — Beschreibende Statistik — Grundbegriffe der Wahrscheinlichkeitsrechnung — Wahrscheinlichkeitsverteilungen als Modelle realer Zufallsprozesse — Schließende Statistik: Das Schätzen unbekannter Größen — Schließende Statistik: Signifikanztest. Das Buch kann Anwendern, die mehr an dem Verständnis für biometrische Methoden als an dem mathematischen Hintergrund interessiert sind, vorbehaltlos empfohlen werden.

Hans Geidel, Stuttgart

PRETSCHNER, D. P., URRUTIA, B. (eds.)

Knowledge-based systems to aid medical image analysis

Vol. 1, Commission of the European Communities, Directorate-General XII, Luxemburg 1990, 191 Seiten, Preis ECU 16.25, ISBN 92-826-1342-9

Obwohl das Buch bereits 1990 erschienen ist und 91 auf den Markt kam, ist es auch heute noch so interessant, um hier kurz besprochen zu werden. Das Buch ist im Rahmen des COST-Programms entstanden. COST steht für „Coopération Européenne dans le domaine de la recherche Scientifique et Technique“ und ist bereits 1971 für die Länder der EG und der EFTA ins Leben gerufen worden. Innerhalb des COST-Programms beschäftigt sich das Sub-Programm B2 mit der Qualitätssicherung von Software für die Nuklear-Medizin. Working Group 5 innerhalb von B2 hat dann unter der Leitung der beiden Herausgeber des Bandes den „State of the Art of Knowledge-based Systems in Image Analysis“ erarbeitet, zumindest die wesentlichsten Teile davon.

Das Buch enthält 8 Arbeiten aus den Niederlanden, aus England und aus Deutschland (Hannover und Hildesheim), die sich mit den Ansätzen der Einbeziehung von KI-Methoden in die Bildanalyse befassen. Der erste Artikel von Talmon (Maastricht, NL) ist eine Einführung in die Expertensysteme und hat mit Bildanalyse im eigentlichen Sinne noch nichts zu tun. Das Literaturverzeichnis über shells und tools ist sicher eine gute Quelle weiteren Arbeitens. Auch die nächste Arbeit von Tusch und Reichertz (+) ist noch einmal ein Übersichtsartikel, zieht allerdings schon die Fuzzy-Logik- und Neuronale-Netzwerk-Ansätze mit ein. Hier werden auch die Probleme der Wissensakquirierung und der Benutzerinterfaces angesprochen.

Reiber et al. (Rotterdam, NL) beschäftigen sich mit einem Detailproblem der Bildanalyse von Thallium-201-Scintigrammen. Die Arbeit ist sehr detailliert, sowohl was die Technik als auch was den medizinischen Teil anbelangt.

Die Arbeit von Kotzke und Pretschner (Hildesheim, D) behandelt ein Spezialproblem aus der Kardiologie, das auch mit Simulationsprozessen angegangen wird. Ellam und Maisey (London, UK) bearbeiten die Analyse von Scintigrammen der Schilddrüse. Die Beschreibung geht nicht in die Tiefe.

Schlaps und Eßwein (Ottobrunn, D) bringen noch einmal einen Übersichtsartikel über Expertensysteme im generellen Einsatz und speziell in der Bildanalyse, wobei über letztgenanntes mangels Masse noch wenig zu berichten ist. König (Erlangen, D) beschreibt einen Ansatz der Analyse von MR-Bildern am Beispiel der Klassifikation von benignen und malignen Tumoren, der gute Erfolge zwischen Computer-Klassifizierung und durchgeführter Histologie zeigt.

Bernauer und Pretschner (Hildesheim, D) beschäftigen sich mit der Analyse von Knochenscintigrammen zur automatischen Generierung eines entsprechenden Befundberichtes. Dieses System scheint das am nächsten an der Routine zu sein, es hat eine umfangreiche Testphase im Hildesheimer Krankenhaus hinter sich.

Das Buch hat ein detailliertes Schlagwortverzeichnis, die in allen Artikeln mehr oder weniger umfangreiche Bibliographie ist leider nicht nach einheitlichen Gesichtspunkten aufgebaut. Insgesamt muß man das Buch den Fachleuten auf dem Gebiet des Einsatzes bildanalytischer Methoden mit Experten Systemen empfehlen.

Claus O. Köhler, Heidelberg

WEED, L. L.

Knowledge Coupling — New Premises and New Tools for Medical Care and Education

Springer, Berlin — Heidelberg — New York — London — Paris — Tokyo — Hong Kong 1991, 362 Seiten, 44 Abb., Hardcover, DM 84,—, ISBN 3-540-97537-3

Einer der wohl interessantesten Denker auf dem Gebiet der Medizinischen Informatik — und das als bis vor kurzem noch praktizierender Kliniker — Larry Weed, hat nach seinem ersten „Hieb“ — dem problemorientierten Krankenblatt — erneut eine Aufgabe für die Praxis der Medizinischen Dokumentation bzw. der Medizinischen Informatik gestellt: Der Knowledge Coupler. In dem vorliegenden Buch wird dieser der interessierten Fachwissenschaft (und nicht zuletzt auch den Ärzten und Medizinnern) vorgestellt.

Was ist nun dieser Knowledge Coupler? In einem der drei Vorworte (plus einem Overview) steht — in einer weiten Interpretation —, daß es die „Verknüpfung von Gehirn und Maschine“ ist. Natürlich kann man diese Definition insgesamt auf alle Probleme der Medizinischen Informatik anwenden, aber hier hat sie vielleicht doch eine besondere Bedeutung. Die „Maschine“ steht hier für die Fähigkeit der Weiterentwicklung des „Problemorientierten Krankenblatts“ zur „Datenbank“ mit dem „Gehirn“ (den Regeln des Denkens). Das entspricht eigentlich grundsätzlich dem Ansatz eines Expertensystems, wie es schon recht häufig für medizinische Probleme entwickelt und auch eingesetzt wurde. Das neuartige im Ansatz von Weed ist die strikte Einbindung des Vorgehens nach den Regeln des „Problemorientierten Krankenblatts“.

Folgerichtig ist das Buch, das nicht nur von Larry Weed allein geschrieben ist (andere Autoren sind Christopher Weed, Bartholomew, Burger, Cross, Yee, Abbey und Nelson), auch entsprechend aufgebaut. Die ersten 6 Kapitel beschreiben die „Database“, die „Problem List“, den „Initial Plan“, die „Progress Notes“ und die „Flowsheets“. Gegenüber dem problemorientierten Krankenblatt eigentlich nichts Neues, wenn nicht schon von Beginn an die „Regeln“ der „Verarbeitung“ mit eingebaut wären. Natürlich ist der damalige Ansatz auch entsprechend verfeinert und detaillierter präsentiert worden.

Im 7. Kapitel werden die generellen Ideen und Aufgaben der „Coupler“ vorgestellt und in ihren jeweiligen Bereichen geschildert. Das geht bis zu den sozialen und sozialpolitischen — ja sogar bis zu den sozial-philosophischen — Überlegungen, was einerseits vielleicht in einem derartigen Buch verwundert aber andererseits bei Larry Weed eben nicht. Er hat sein „Arzt-Sein“ auch als Wissenschaftler nie aufgegeben. Ein kurzes Zitat soll das untermauern: „Patient themselves and their families should be the principle force in choosing among options made available to them by society.“ Daß er dabei auch auf die Aufwendungen (Kosten) zu sprechen kommt, ist ebenfalls nicht verwunderlich.

Im achten Kapitel werden unter der Überschrift „Implications of the Computerized Problem Oriented Medical Record and Knowledge Coupling Tools“ die wesentlichen „medizinischen“ Probleme des Einsatzes entscheidungsunterstützender Methoden abgehandelt. Gleich das erste Statement zeigt die Bedeutung der Umsetzung des Weed'schen Denkens: „Medical problems dealt with out of context“. Dieser Satz zeigt einerseits, daß das Wissenschaftsgebäude „Medizin“ eben noch keines ist und andererseits deckt er ein Problemfeld für den Einsatz entscheidungsunterstützender Systeme auf, das in seiner Bedeutung auch sicher von Weed noch nicht völlig ausgelotet worden ist.

Ein weiterer Satz aus dem gleichen Kapitel soll als Beispiel für die Bedeutung des Weed'schen Denkens und des vorliegenden Buches angeführt werden: „Outcomes (of medical care — vom Rezensenten) are always due to more variables than any single provider in the medical care system has control over.“

Im Kapitel 10 beschäftigt sich der Autor mit dem möglichen Einsatz des Systems für die Ausbildung, es ist natürlich nicht verwunderlich, daß er dabei zu einem positiven Ergebnis kommt. Insofern sind noch einmal die wichtigsten Vorworte der Weed'schen Bücher abgedruckt. Ein umfangreiches Literaturverzeichnis und ein detailliertes Schlagwortverzeichnis runden das Buch ab.

Ein weiteres Zitat aus den „Conclusions“ soll das mehr als 20 Jahre dauernde Bestreben von Larry Weed untermauern, nämlich jedem Patienten die bestmögliche Art der Behandlung und der Betreuung angedenken zu lassen, und zwar dadurch, daß jedem „Health Care Provider“ die beste Möglichkeit des Handelns durch vollständige Kenntnis über alle notwendigen Informationen gegeben wird: „Having the patient in possession of his or own record makes possible the understanding that can assure that the right hand always knows what the left hand is doing.“ Er hat nur versäumt expressiv verbis zu beschreiben, daß wir heute (oder zumindest in nächster Zeit) mit der Chipkarte auch ein entsprechendes Medium in der Hand haben, diese Forderung zu erfüllen.

In den nächsten vier Kapiteln werden von anderen Autoren Perspektiven und Einsatzmöglichkeiten für den niedergelassenen Arzt, für den Zahnarzt und für den Tierarzt beschrieben. In einem Anhang sind noch einmal die wichtigsten Vorworte der Weed'schen Bücher abgedruckt. Ein umfangreiches Literaturverzeichnis und ein detailliertes Schlagwortverzeichnis runden das Buch ab.

Entscheidungsunterstützende Systeme in der Medizin werden sich zukünftig immer in Konkurrenz zum „Knowledge Coupler“ von Weed sehen. Man kann an diesem Ansatz wohl kaum achlos vorbei gehen. Man muß zumindest klar Stellung beziehen und bekennen, daß z. B. vielleicht der Aufwand für den einzelnen Arzt zu hoch ist, oder daß es unwahrscheinlich erscheint, die notwendige Qualität der Daten von jeder datenliefernden Stelle zu erreichen. Das Buch wird sicher einer der Meßplatten werden, an der Entwickler von Expertensystemen ihre Produkte messen werden, z. B. auch insbesondere, was die humanen, sozialen und gesellschaftspolitischen Belange betrifft.

Claus O. Köhler, Heidelberg

Methoden und Werkzeuge für die exploratorische Datenanalyse in den Biowissenschaften

Herausgegeben von H. ENKE, J. GÖLLES, R. HAUX und K.-D. WERNECKE

1992, 330 S., DM 68,—, ISBN 3-437-40288-9

Gustav Fischer Verlag Stuttgart — Jena — New York

Was verbirgt sich hinter „exploratorischer Datenanalyse (EDA)“? Ist es nur ein neues Schlagwort und ist diese Art der Datenanalyse eigentlich so neu?

Wenn man bedenkt, daß die Biowissenschaftler in der Regel aus Daten Erkenntnisse ableiten müssen, so hat man bei der Verwendung statistischer Methoden eigentlich nur zu unterscheiden, wie die Daten letztlich gewonnen wurden. Von daher hat es schon immer eine exploratorische Datenanalyse gegeben. Es fehlten nur die Bezeichnung und die Möglichkeiten, die heute die Computer bieten. Ebenso war klar, daß der mit solchen Methoden (z. B. Regressionsmethoden, Zeitreihenanalysen, Faktorenanalyse u. a.) erzielte Erkenntnisgewinn vielfach eben nicht „abgesichert“ werden konnte. Von daher ist es zu begrüßen, daß nun eine klare Abgrenzung vorgenommen wurde und daß damit die exploratorischen Methoden „hoffähig“ wurden.

Das vorliegende Buch enthält Referate und Diskussionsbeiträge einer Arbeitstagung gleichen Namens, die durch zwei weitere Beiträge einer anderen Tagung ergänzt wurden. Dabei werden neben mehr grundsätzlichen Themen insbesondere die Werkzeuge und Methoden der exploratorischen Datenanalyse sowie Anwendungsbeispiele behandelt. Der Band vermittelt damit einen guten Überblick über den augenblicklichen Stand der exploratorischen Datenanalyse. Diesem Buch ist im Sinne der Anwendung dieser Methoden eine möglichst weite Verbreitung zu wünschen. Nach meiner Meinung sollten aber die Leser und die Anwender zuerst den Schlußbeitrag von P. Wolf „Möglichkeiten und Grenzen der exploratorischen Datenanalyse und ihrer Anwendung in den Biowissenschaften“ lesen und dann auch beherzigen.

H. Geidel, Stuttgart

TABLE OF CONTENTS

Classical and Bayesian prediction as applied to an unbalanced mixed linear model	D. A. Harville and A. L. Carriquiry	987
Adjusted <i>P</i> -values for simultaneous inference	S. P. Wright	1005
The analysis of multistratum and spatially correlated repeated measures data	A. P. Verbyla and B. R. Cullis	1015
Group sequential distribution-free methods for the analysis of multivariate observations	J. Q. Su and J. M. Lachin	1033
Two-sample nonparametric estimation and confidence intervals under truncation	R. A. Johnson, C. H. Morrell, and A. Schick	1043
Percentile smoothing using piecewise polynomials, with covariates	H. Goldstein and H. Pan	1057
Testing for heterogeneity of evoked potential signals using an approximation to an exact permutation test	J. Raz and G. Fein	1069
Inverse estimates from a multiresponse model	G. P. Y. Clarke	1081
Latent variable models for clustered dichotomous data with multiple subclusters	Y. Qu, G. W. Williams, G. J. Beck, and S. V. Medendorp	1095
A table of exact sample sizes for use with Fisher's exact test for 2×2 tables	Y. X. Fu and J. Arnold	1103
An approximate bivariate Bayesian method for analyzing small frequencies	C. M. DeSouza	1113
Effects of assumption violations on Type I error rate in group sequential monitoring	M. A. Proschan, D. A. Follmann, and M. A. Wacławiw	1131
Robust designs for binary data	R. R. Sitter	1145
Investigation of dual-balanced crossover designs for two treatments	K. C. Carrière and G. C. Reinsel	1157
Modélisation spatio-temporelle d'une épidémie par un processus de Gibbs: Estimation et tests	J. Chadœuf, D. Nandris, J. P. Geiger, M. Nicole, et J. C. Pierrat	1165
Bounds for the upper-tail probabilities of the circular ratchet scan statistic	J. Krauth	1177
Smoothing serial count data through a state-space model	N. Kashiwagi and T. Yanagimoto	1187
An adaptive procedure for sampling animal populations	S. K. Thompson, F. L. Ramsey, and G. A. F. Seber	1195
Integrated area sampling and mark-recapture experiments for sampling fish populations	A. L. Jensen	1201
Shorter Communications		
Evaluating correlation with proper bounds	W. J. Shih and W.-M. Huang	1207
Maximum likelihood estimation of the risk ratio in case-cohort studies	T. Sato	1215
Nonparametric estimation and testing in a cure model	E. M. Laska and M. J. Meisner	1223
The Consultant's Forum		
Optimal design in nonlinear multiresponse estimation: Poisson model for filter feeding	C. Hatzis and K. Larnitz	1235
Estimation of completeness and adjustment of age-specific and age-standardized incidence rates	S. G. Hilsenbeck, C. Kurucz, and R. C. Duncan	1249
Functional comparative calibration using an EM algorithm	D. K. Kimura	1263
Analysis of two-dimensional electrophoretic gels	K. Conradsen and J. Pedersen	1273
Reader Reaction: An invalid comparison of several point estimators of the odds ratio in a single 2×2 contingency table	N. Mantel	1289
Response	S. D. Walter and R. J. Cook	1292
Book Reviews		1297
Papers to be published		1305
Acknowledgements		1307
The Biometric Society		1309